

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

**Návrh a realizace zabezpečovacího zařízení s
využitím technologií Raspberry PI a IQRF**

**Design and implementation of Security System
utilizing Technologies Raspberry PI and IQRF**

2017

Bc. Jiří Škovránek

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jiří Škovránek**
Studijní program: **N2649 Elektrotechnika**
Studijní obor: **2612T041 Řídicí a informační systémy**
Téma: **Návrh a realizace zabezpečovacího zařízení s využitím technologií Raspberry Pi a IQRF**
Design and Implementation of Security System utilizing Technologies Raspberry Pi and IQRF
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Nastudování problematiky zabezpečovacích systémů.
2. Nastudování technologie IQRF.
3. Návrh struktury zabezpečovacího systému.
4. Realizace ústředny zabezpečovacího zařízení na platformě Raspberry Pi.
5. Realizace bezdrátových detektorů a signalizace zabezpečovacího zařízení na platformě IQRF.
6. Návrh a realizace vizualizačního rozhraní zabezpečovacího systému.
7. Testování vytvořeného prototypu zabezpečovacího systému.
8. Zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů. II. díl Elektrické zabezpečovací systémy II*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2009. ISBN 978-80-7251-313-0.
[2] KŘEČEK, Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. Blatná: Blatenská tiskárna, 2006. ISBN 80-902938-2-4.
[3] MICRORISC s.r.o. *IQRF - Technology for wireless*. [online]. [cit.2016-10-07]. Dostupné z: <http://iqr.org/weben/index.php>.
[4] BRTNÍK, Bohumil a David MATOUŠEK. *Algoritmy číslicového zpracování signálů*. Praha: BEN - technická literatura, 2011. ISBN 978-80-7300-400-2.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Pieš, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2016

Datum odevzdání: 28.04.2017


doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 7.5.2017


.....

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat panu Ing. Martinu Piešovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi poskytl při řešení mého úkolu.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá návrhem komplexního systému pro zabezpečovací techniku. Celá realizace běží na platformě Raspberry PI a IQRF technologii, která zaručuje bezdrátovou komunikaci. Jsou navrženy tři bezdrátové moduly a jedna ústředna. Na systém jsou kladeny požadavky na nízkou spotřebu, malé rozměry modulů, spolehlivost komunikace, jednoduchost ovládání a nízkou cenu. Modul detekce vstupu slouží primárně k indikaci otevřených a uzavřených stavů (dveře, okno). Modul terminálu slouží k získání přehledu o nastaveném hlídání a k potvrzení možných alarmů. Modul bzučáku slouží k vyplašení osoby. Všechny navržené moduly mají ochranu proti neoprávněné manipulaci. Celý systém je možné ovládat z webové vizualizace.

Klíčová slova

IQRF, Raspberry PI, modul DCTR-52DA, Atmega328p, bezdrátová komunikace, zabezpečovací technika, detekce vstupu, terminál, řídicí jednotka, bzučák, webová vizualizace, JavaScript, PHP, HTML, Databáze MySQL

Abstract

This dissertation's thesis is concerned with the issues design of a complex system of security technology. Full realization running on a platform Raspberry PI and IQRF technology that provides wireless communication. I designed a three wireless modules and one control unit. System requirements are on low power consumption, small size modules, communication reliability, ease of use and low cost. Input detection module is primarily used to indicate the open and closed states (door, window). Terminal module is used to gain an overview of the setting monitoring and confirmation of possible alarms. Buzzer module is used to startle of people. All modules had a protect against unauthorized handling. The entire system can be controlled from a web visualization.

Keywords

IQRF, Raspberry PI, module DCTR-52DA, Atmega328p, wireless communication, security technology, detection of entry, terminal, control unit, buzzer, web visualization, JavaScript, PHP, HTML, MySQL database

Obsah

| | |
|---|-----------|
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 7 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 8 |
| SEZNAM TABULEK | 9 |
| ÚVOD | 10 |
| 1. PRÁVA A TECHNICKÉ NORMY..... | 11 |
| 1.1 PRÁVA | 11 |
| 1.2 TECHNICKÉ NORMY | 12 |
| 2. TECHNICKÉ PROSTŘEDKY OCHRANY..... | 13 |
| 2.1 PROSTOROVÁ OCHRANA | 13 |
| 2.1.1 PIR čidlo | 13 |
| 2.2 PŘEDMĚTOVÁ OCHRANA..... | 14 |
| 2.2.1 Otřesové čidlo..... | 14 |
| 2.3 PLÁŠŤOVÁ OCHRANA..... | 14 |
| 2.3.1 Magnetický kontakt | 14 |
| 2.4 VENKOVNÍ (OBVODOVÁ) OCHRANA | 15 |
| 2.4.1 Infračervená závora | 15 |
| 3. IQRF TECHNOLOGIE..... | 16 |
| 3.1. PROGRAMOVÁNÍ V IQRF | 17 |
| 3.1.1 DPA | 18 |
| 3.1.2 CustomDPAhandler | 18 |
| 3.1.3 Komunikace pomocí DPA | 18 |
| 3.1.4 DPA požadavek | 19 |
| 3.2 SÍŤ IQRF..... | 20 |
| 3.2.1 PEER-TO-PEER..... | 20 |
| 3.2.2 IQMESH..... | 20 |
| 3.3 WATCH DOG TIMER (WDT)..... | 20 |
| 3.4 DEBUG MODE..... | 21 |
| 3.5 IQRF MODUL - DCTR-52DA | 22 |
| 3.6 SPI KOMUNIKACE MEZI RASPBERRY PI A IQRF MODULEM | 23 |
| 4 NÁVRH A REALIZACE | 25 |
| 4.1 STRUKTURA A POPIS REALIZACE | 25 |
| 4.2 ÚSTŘEDNA | 27 |
| 4.3 DETEKCE VSTUPU | 36 |
| 4.4 TERMINÁL..... | 40 |
| 4.5 BZUČÁK | 47 |
| 5. VIZUALIZACE | 48 |
| 6. TESTOVÁNÍ ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU..... | 51 |
| 7. ZÁVĚR..... | 55 |
| LITERATURA | |
| SEZNAM PŘÍLOH | |

Seznam použitých symbolů a zkratek

| | |
|-----------------|---|
| IQRF | Zkratka pro bezdrátovou technologii |
| EZS | Elektronický zabezpečovací systém |
| PIR | Pasivní infračervený detektor |
| N - node | Modul IQRF, který je v Mesh síti jako slave. |
| C - koordinátor | Modul IQRF, který je v Mesh síti jako master. |
| PCB | Deska plošných spojů |
| SMT | Součástka pro povrchovou montáž na PCB |
| AI | Analogový vstup |
| OS | Operační systém |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1 Bezpečnostní třídy | 12 |
| Obrázek 2 Blokové schéma PIR detektoru [4]..... | 13 |
| Obrázek 3 PIR detektor | 14 |
| Obrázek 4 Optika | 14 |
| Obrázek 5 PIR senzor s vyhodnocovací logikou..... | 14 |
| Obrázek 6 Magnetický kontakt | 15 |
| Obrázek 7 infra závora | 15 |
| Obrázek 8 TR - 52D | 16 |
| Obrázek 9 TR - 72D | 16 |
| Obrázek 10 DCTR - 76D | 16 |
| Obrázek 12 DDC-IO-01 | 17 |
| Obrázek 13 DDC-SE-01..... | 17 |
| Obrázek 14 DDC-RE-01 | 17 |
| Obrázek 11 CK-USB-04 | 17 |
| Obrázek 15 Komunikace pomocí DPA protokolu | 18 |
| Obrázek 16 DPA požadavek | 19 |
| Obrázek 17 Uložení vykonávaného času do paměti 0x05C0 (100 Tick = 1s) | 21 |
| Obrázek 18 Vložený breakpoint..... | 21 |
| Obrázek 20 Zjednodušené schéma zapojení | 22 |
| Obrázek 19 Modul DCTR-52DA | 22 |
| Obrázek 21 SCK režimy | 23 |
| Obrázek 22 Datasheet SCK nastavení pro DCTR-52DA..... | 23 |
| Obrázek 23 Kruhový buffer | 23 |
| Obrázek 24 Časování jednoho byte..... | 24 |
| Obrázek 25 vyslání dalšího byte (zprávy)..... | 24 |
| Obrázek 26 Ústředna..... | 27 |
| Obrázek 27 Výměna dat mezi úlohami | 29 |
| Obrázek 28 Interakce mezi programy | 29 |
| Obrázek 29 MySQL Tabulka - davkovani_dum | 34 |
| Obrázek 30 Modul detekce vstupu..... | 36 |
| Obrázek 31 Modul detekce vstupu..... | 38 |
| Obrázek 32 CustomDPAhandler-DetectionEntry.c | 39 |
| Obrázek 33 Terminál..... | 40 |
| Obrázek 34 Spodní a horní část desky | 41 |
| Obrázek 35 ARDUINO_MASTER.ino..... | 44 |
| Obrázek 36 ARDUINO_SLAVE.ino | 45 |
| Obrázek 37 CustomDPAhandler-Terminal.c | 46 |
| Obrázek 39 CustomDPAhandler-Buzzer.c..... | 47 |
| Obrázek 38 Model bzučáku..... | 47 |
| Obrázek 40 Úvodní stránka..... | 48 |
| Obrázek 41 Měnicí se pozadí | 49 |
| Obrázek 42 Změna oblasti..... | 49 |
| Obrázek 43 WWW - moduly | 50 |
| Obrázek 44 Nastavení časování | 50 |

| | |
|---|----|
| Obrázek 45 Vytvořená síť | I |
| Obrázek 46 Schéma zapojení - bootload | II |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 Rozdělení ochran | 13 |
| Tabulka 2 SPI statusy | 24 |
| Tabulka 3 Obsluha dat úloha 1 | 32 |
| Tabulka 4 Webová obsluha dat | 32 |
| Tabulka 5 Obsluha dat úloha 2 | 32 |
| Tabulka 6 Obsluha dat z IQRF | 33 |
| Tabulka 7 Obsluha dat modul terminal | 33 |
| Tabulka 8 Obsluha dat modul detekce vstupu | 33 |
| Tabulka 9 Obsluha dat modul bzučák | 33 |
| Tabulka 10 Odebírání zařízení | 35 |

Úvod

O zabezpečovací systémy je zvláště v této době velký zájem. Na trhu existuje mnoho systémů, které detekují a informují o nepovoleném přístupu do domu, garáže, místnosti, nebo na pozemek. Při výběru zabezpečení záleží na mnoha aspektech. Jak velký je hlídaný objekt? Jedná se o venkovní, nebo vnitřní prostory? Kolik jsme ochotni investovat do zabezpečení? Jaký požadujeme stupeň zabezpečení? Jak chceme ovládat daný systém a z kolika míst? Bude systém v budoucnosti jednoduše rozšiřitelný? Jak je systém odolný vůči sabotáži? Jaká bude spotřeba? Jak je zajištěno informování uživatele o vniknutí? I proto je nutné vytvořit komplexní a robustní řešení celého systému z hlediska hardwaru i softwaru.

Hlavním prvkem většiny systému je ústředna, která zpracovává a vyhodnocuje získané informace z příslušných senzorů (optické závory, detektory CO₂, kouře, vlhkosti, rozbití okna). Dalším prvkem je terminál, který je většinou připevněn v blízkosti vstupních dveří, pomocí kterého lze zapínat, nebo vypínat jednotlivé alarmy, případně měnit další nastavení a parametry.

Cílem této práce je vytvořit obdobný zabezpečovací systém, jako je systém od firmy Jablotron. Jedná se pravděpodobně o nejznámější a nejrozšířenější komplexní zabezpečovací systém v České Republice. Aby byl návrh celého systému konkurenceschopný, zaměřuji se v diplomové práci, hlavně na tyto vlastnosti:

- nízká cena
- použití nových technologií
- minimální spotřeba zařízení
- možnost jednoduchého rozšíření a instalace daného systému
- bezdrátová komunikace
- spolehlivost komunikace
- hardwarová minimalizace modulů
- přenosová vzdálenost desítky až stovky metrů

Všechny výše uvedené vlastnosti splňuje platforma ve složení:

- řídicí jednotka: Raspberry PI
- bezdrátová komunikace: IQRF technologie
- nízko příkonový μ C a display: Atmega328p-au a EA-DOG128W-6

V první kapitole je čtenář ve zkratce teoreticky seznámen s právy a technickými normami pro zabezpečovací systémy. V druhé kapitole jsou popsány možné způsoby a prvky pro ochranu majetku (PIR čidla, infračervené závory, magnetická čidla, otřesová čidla). Třetí kapitola se zaměřuje na IQRF technologii (způsoby využití, programování, komunikace, výhody technologie, typy modulů). Ve čtvrté kapitole je nastíněn návrh a realizace zabezpečovacího systému (způsoby propojení jednotlivých prvků, popis funkce systému, softwarové a hardwarové požadavky). Pátá kapitola je o webové vizualizaci. Jsou zde vysvětleny jednotlivé funkce a možnosti aplikace. Poslední kapitola je zaměřena na testování vytvořeného systému (kontrola režimů a funkčnosti).

1. Práva a technické normy

Chceme-li se zabývat ochranou majetku a osob je nutné prostudovat příslušné zákony, podle kterých posléze můžeme navrhovat ochranu, detekovat a eliminovat pachatele. Jedná se o souhrn nejdůležitějších zákonů, vyhlášek, technických norem, které souvisí s lidskými právy, zabezpečením a ochranou. Technické normy stanovují základní požadavky na výrobek, proces, nebo službu.

1.1 Práva

Ústava České republiky a listina základních práv a svobod

článek 6:

Nikdo nesmí být zbaven života. [1]

článek 10:

Každý má právo na ochranu před neoprávněným shromažďováním, zveřejňováním nebo jiným zneužíváním údajů o své osobě. [1]

článek 11:

Vlastnictví zavazuje. Nesmí být zneužito na újmu práv druhých anebo v rozporu se zákonem chráněnými obecnými zájmy. Jeho výkon nesmí poškozovat lidské zdraví, přírodu a životní prostředí nad míru stanovenou zákonem. [1]

článek 12:

Obydlí je nedotknutelné. Není dovoleno do něj vstoupit bez souhlasu toho, kdo v něm bydlí.[1]

Trestní řád

Účelem trestního řádu je, aby byly trestné činy náležitě prošetřeny a následně jejich pachatelé spravedlivě potrestáni. Důležitý je §76, který popisuje, jak se chovat při zadržení pachatele.

§76:

Osobní svobodu osoby, která byla přistižena při trestném činu nebo bezprostředně poté, smí omezit kdokoli, pokud je to nutné ke zjištění její totožnosti, k zamezení útěku nebo k zajištění důkazů. Je však povinen tuto osobu předat ihned policejnímu orgánu; Nelze-li takovou osobu ihned předat, je třeba některému z uvedených orgánů omezení osobní svobody bez odkladu oznámit. [2]

Trestní zákon

Jedná se o zákon, který řeší problematiku použití sebeobrany při napadení a míru trestu za krádež.

1.2 Technické normy

ČSN EN 1627 - Dveře, okna, lehké obvodové pláště, mříže a okenice

Norma stanovuje bezpečnostní třídy a definuje odolnost výrobků např. proti vrtání, páčení, vytržení, hrubému násilí, atd.

RC 1 a RC 2 poskytují základní ochranu málo rizikových objektů.

RC 3 poskytuje zvýšenou ochranu před příležitostnými zloději.

RC 4 představuje nejvyšší běžně používanou bezpečnostní třídu. Chrání i před zkušenými zloději a je vhodná pro rizikové objekty.

RC 5 a RC 6 se na trhu téměř nevyskytují a k zabezpečení běžných objektů se obvykle nepoužívají



Obrázek 1 Bezpečnostní třídy

ČSN EN 50131-1 - Poplachové systémy

Norma stanovuje systémové požadavky na poplachové zabezpečovací a tísňové systémy, které se vztahují na společné prostředky detekce, vzájemné propojování, ovládání, komunikaci a napájecích zdrojů s jinými systémy. Dále stanovuje stupně zabezpečení a třídy prostředí. V normě jsou zmíněny požadavky na infračervené detektory, magnetické kontakty, akustické, otřesové detektory, ústředny EZS, napájecí zdroje, ...

2. Technické prostředky ochrany

Technická ochrana objektu se dělí na čtyři podskupiny. Z každé skupiny je vybrán jeden prvek, který se nejčastěji používá v zabezpečovací technice. Vybrané prvky jsou podrobněji popsány v dalších kapitolách.

| Prostorová ochrana | Předmětová ochrana | Plášťová ochrana | Venkovní ochrana |
|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Nebezpečí uvnitř objektu | Ochrana předmětů uvnitř objektu | Ochrana před vniknutím do objektu | Ochrana před vniknutím na pozemek |
| PIR čidlo | Otřesová čidla | Magnetická čidla | Infra závory |

Tabulka 1 Rozdělení ochran

2.1 Prostorová ochrana

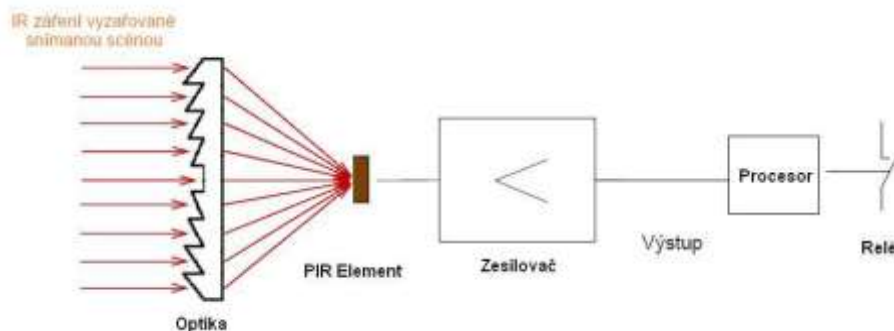
Za prostorovou ochranu je považována situace, když se narušitel dostal do chráněného prostoru. K detekci osoby se využívají čidla pohybu. Běžně používaná čidla jsou:

- Pasivní infračervená čidla (Passive Infra Red – PIR)
- Aktivní ultrazvuková čidla (Ultrasonic –US)
- Aktivní mikrovlnná čidla (Microwave – MW)
- Duální (Kombinovaná) čidla (PIR – US, PIR – MW)

Tyto čidla využívají ke své funkci kmitočtová spektra. V praxi se prodávají s vyhodnocovací logikou, ochranou proti sabotáži a úpravami, které snižují závislost na rušivém signálu. Rušivý signál může způsobit falešný poplach, který je způsoben např. prouděním vzduchu, osvětlením, teplotou okolí. Níže je popsáno jedno z nejpoužívanějších čidel v budovách.

2.1.1 PIR čidlo

Infracitlivá prostorová pohybová čidla obsahují pyroelektrické snímače reagující na tepelné záření, které vyzařuje např. lidské tělo. Obecně lze pyroelektrický jev definovat jako schopnost materiálu generovat dočasný elektrický potenciál při změně jeho teploty. [4] Celý systém senzoru funguje tak, že na optiku (Fresnerova čočka, nebo zrcadla) dopadají IR záření (teplotní vlivy okolí). Optika tyto teplotní vlivy usměrní na pyroelektrický detektor, který převede IR záření na elektrický signál. Pokud se tedy v místnosti objeví osoba, která vydává určitou tepelnou energii (IR záření), teplota okolí se změní a PIR detektor na tuto změnu zareaguje vygenerováním dočasného elektrického potenciálu. Tento signál se následně zesílí a upraví pro další využití.



Obrázek 2 Blokové schéma PIR detektoru [4]



Obrázek 3 PIR detektor



Obrázek 4 Optika



Obrázek 5 PIR senzor s vyhodnocovací logikou

2.2 Předmětová ochrana

Systémy a detektory pro předmětovou ochranu jsou určeny především pro střežení uměleckých předmětů umístěných ve výstavních sálech, galeriích a muzeích. Detektory a systémy umožňují střežení i v době, kdy má k exponátům přístup široká veřejnost. Předmětová ochrana doplňuje zabezpečení plášťové a prostorové. Je to samostatné zabezpečení vybraných předmětů v objektu. Obvykle jsou detektory předmětové ochrany přiřazeny do samostatně ovládané skupiny (skupin), což umožňuje střežení těchto předmětů i v době zvýšeného provozu. [3].

Pro skla, trezory a skříně byly vyvinuty speciální otřesová čidla, která převádějí mechanické chvění na elektrický signál.

2.2.1 Otřesové čidlo

Snímač reaguje na mechanické vibrace, které jsou pomocí piezoelektrického detektoru přivedeny na předzesilovač, pomocí směšovače je převeden signál na mezifrekvenční signál a následně vyfiltrován v pásmové propusti, zesílen a převeden k A/D převodníku, kde je signál zpracováván a vyhodnocován μ C. Největší výhodou čidla je vysoká citlivost a přesnost.

2.3 Plášťová ochrana

Jedná se především o vnější výplně (dveře, okna) a o stavební prvky budov (obvodové zdivo, stropy, střechy, podlahy). Jejich mechanická odolnost proti průlomu je závislá na použitém materiálu, pevnosti, tloušťce. Pro zvýšení odolnosti proti vniknutí přes sklo je možné ho vybavit vhodnou bezpečnostní fólií, která může sloužit jako mechanická zábrana, nebo poplašnou fólií, která pracuje na principu přerušení vodivého média, nejčastěji jemného drátku uvnitř fólie, nebo skla.

2.3.1 Magnetický kontakt

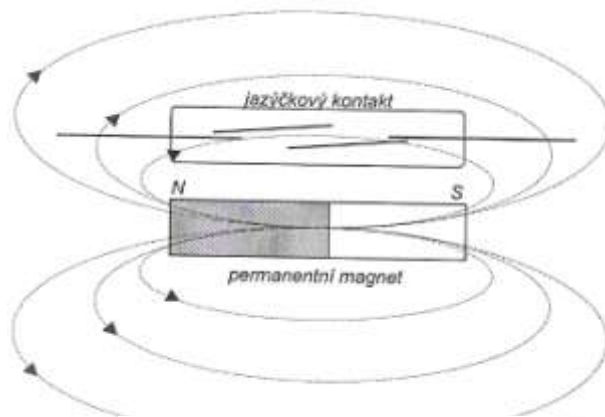
- Je tvořen jazýčkovým kontaktem a permanentním magnetem (magnet se připevňuje na pohyblivou část, jazýčkový kontakt na rám)
- Vhodné na hlídání všech stavebních otvorů proti otevření,
- Vysoce spolehlivý s dlouhou životností a odolností proti vnějším vlivům.

Permanentní magnet i jazýčkový kontakt jsou samostatně zapouzdřeny do plastu, nebo hliníkové slitiny. Skrytou montáž do tělesa dveří, nebo oken umožňují různá další provedení magnetických kontaktů.

Při klidovém stavu je jazýčkový kontakt sepnut magnetickým polem permanentního magnetu. Po aktivaci – oddálení magnetu se kontakt rozezne.

Použití a montáž:

- střežení všech prostupů proti otevření
- dodržení max. a min. vzdálenosti magnetu od jazýčkového kontaktu
- dodržení orientace a polohy magnetu
- šrouby z nemagnetického materiálu
- kontakt vždy montujeme co nejdále od pantů
- magnet instalujeme vždy na pohyblivou část



Obrázek 6 Magnetický kontakt

2.4 Venkovní (obvodová) ochrana

Obvodová ochrana zajišťuje bezpečnost kolem chráněného objektu. Obvodem objektu obvykle rozumíme jeho katastrální hranici, která je tvořena přírodními, nebo umělými bariérami. Jedná se o oplocení, či ohrazení okolního pozemku, včetně bran, závor, branek, propustí. Tyto bariéry zamezují, či zabraňují přístupu nežádoucím osobám na chráněné území. [5]

Problémem je velké množství podnětů, na které by snímače neměly reagovat. (zvěř, ptactvo, změna teploty, sníh, sluneční svit, ...)

2.4.1 Infračervená závora

Infračervený detektor je čidlo reagující na infračervené záření, které člověk vyzařuje. Změna teploty na pyroelektrickém detektoru způsobí polarizační změny. Tyto změny se projeví jako slabé napětí na přívodech k měniči. Závora se skládá z vysílače infračerveného záření a přijímače. Po přijmutí záření (signálu) přijímačem se provede zesílení, filtrace, komparace a další případné úpravy signálu. Instalují se kolmo na pravděpodobný směr pohybu pachatele, na pevném podkladě bez vibrací. Rizikovými faktory spolehlivosti jsou mlha, sníh, přímý sluneční svit.

Nevýhody:

- pracná montáž
- vznik tzv. mrtvých zón
- nevhodné při nerovném terénu
- spotřeba vysílače/přijímače (cca. 50mA)



Obrázek 7 infra závora

3. IQRF technologie

Technologie od české firmy Microrisc nabízí bezdrátový přenos dat. Hlavním motem je rychlá a jednoduchá implementace celé technologie. Microrisc nabízí moduly (přijímač/vysílač) ve tvaru SIM karty (TR a DCTR moduly), které se dají zasunout do patice, nebo přímo zapájet na plošný spoj (SMT).

Na modulu je integrován mikroprocesor PIC, paměti EEPROM, RAM, FLASH, teplotní čidlo, I/O, A/D, PWM, LED, RF (868 MHz (EU), 916 MHz (USA), 433 MHz (EU, USA) v bezlicenčním pásmu) a podpora rozhraní SPI, I2C, UART. Microrisc prodává širokou škálu modulů, které se liší použitými periferiemi, velikostí vstupního napájení, rozměry a funkcionalitou. [7]



Obrázek 8 TR - 52D



Obrázek 9 TR - 72D



Obrázek 10 DCTR - 76D

Mezi hlavní výhody technologie patří:

- **Vlastní IQRF OS**

Uspadňuje programování (práce s pamětí, SPI, RF, buffery, časování, ...)

- **Frekvenční pásmo**

Vysílání může probíhat v pásmech ISM (433MHz, 868MHz, 916MHz)

- **DPA programování**

Direct Peripheral Access. (DPA framework). DPA má bytově orientovaný protokol, jedná se o jedinečný protokol, který zjednodušuje práci s moduly a sítěmi.

- **Vysílací dosah**

Desítky metrů v budově, stovky metrů ve volném prostoru.

- **Nízká spotřeba**

Sleep: nečinnost, pouze čekání na událost:

čekání na signál (2 μ A) (Interrupt)

čekání na uplynutí času (4 μ A) (WDT)

Rx: režim XLP: 25 μ A
režim LP: 330 μ A
režim STD: 13 mA

Tx: od 4 mA do 24 mA (podle typu modulu a výstupního výkonu)

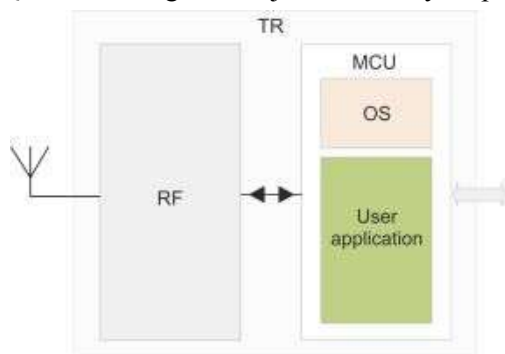
- **RFPGM**

Bezdrátové programování modulů.

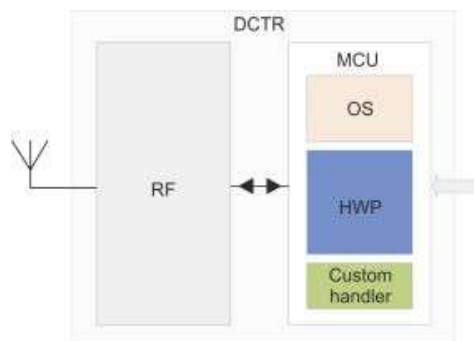
- **Spolehlivost komunikace**
- **IQMESH síť**

3.1. Programování v IQRF

V IQRF technologii existují dva náhledy na programování:



Programování jen v C



Programování pomocí DPA

Programování probíhá ve vývojovém prostředí IQRF IDE. Pomocí vývojového prostředí, lze velmi snadno provést spárování nodů s koordinátorem, tím se vytvoří síť. Ve vizuálně názorném prostředí si snadno prohlédnete, jaká topologie vznikla a do jakých zón se jednotlivé nody díky svému umístění v aktuálním prostředí dostaly. Pro prvotní testování můžete využít i možnost zasílat základní příkazy na jednotlivá zařízení pomocí kontextových nabídek, nebo používat debug mode (kapitola 3.4). Také můžete využít možnost vývojových nástrojů, které připojení a konfiguraci zjednoduší.

Vývojový nástroj CK-USB-04

Je tzv. programátor, který se pomocí USB kabelu připojuje k počítači, a jeho prostřednictvím se do vloženého transceiveru nahrávají soubory a konfigurace.



Obrázek 11 CK-USB-04

Vývojový nástroj DK-EVAL-04

Slouží pro umístění transceiveru IQRF do SIM konektoru a jeho napájení. Následně jej umístíte ve své síti na cílové místo a můžete začít testovat či vyvíjet svou aplikaci. Toto zařízení obsahuje LiPol akumulátor. Lze jej velmi snadno řetězit s dalšími vývojovými prvky, jako jsou DDC-RE-01 (rozšiřující relé kit), DDC-SE-01 (rozšiřující senzorický kit), či DDC-IO-01 (rozšiřující I/O kit obsahující tlačítka a LED).



Obrázek 12 DDC-IO-01



Obrázek 13 DDC-SE-01



Obrázek 14 DDC-RE-01

3.1.1 DPA

IQRF transceiver (DCTR) má v sobě nahrán plug-in (HWP), který komunikuje s vyšší vrstvou (DPA) nad operačním systémem, umožňuje ovládání periférií přes datový tok. Kde ovládání je definováno v souboru CustomDPAHandler.c a HWP.

HWP - Hardware profil, který běží pod DPA framework.

Po nahrání HWP, může IQRF modul přijímat DPA data.

3.1.2 CustomDPAhandler

Jedná se o soubor, který rozšiřuje funkcionalitu HWP, rozšiřuje vnitřní logiku zařízení a tím zaručuje komunikaci s perifériemi daného modulu. (například komunikace s RAM, A/D, I/O, atd.)

Aby vše fungovalo jak má, musí být Custom DPA handler povolen v hardwarové konfiguraci, aby mohl přijímat události.

3.1.3 Komunikace pomocí DPA

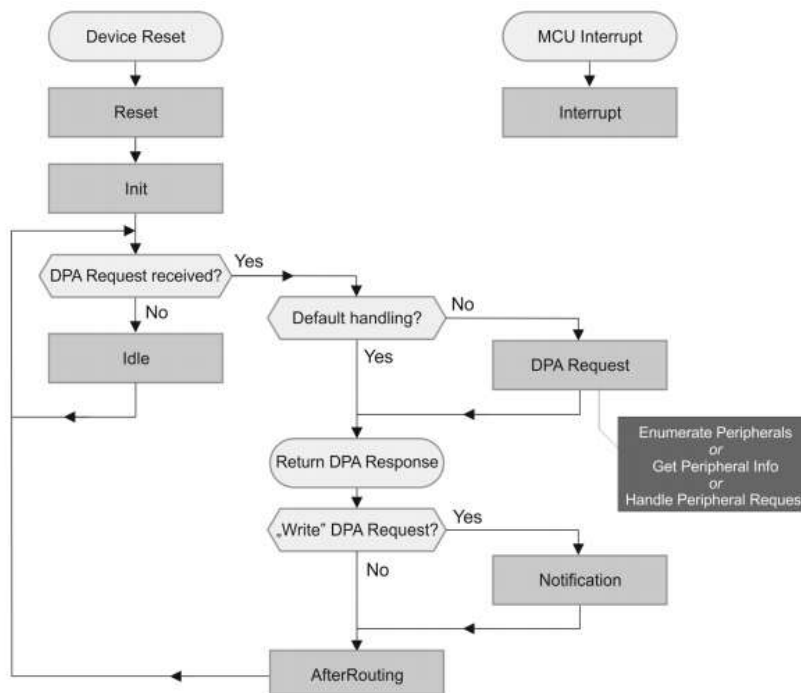
Pro práci s perifériemi je v případě DPA nutné zaslat tzv. DPA požadavek, který představuje nějakou činnost (např. aktuální teplota na nodu, zápis do paměti, čtení z paměti, zapnutí LED, atd.). Po odeslání požadavku danému zařízení, získáme zpět odpověď (potvrzení a odpověď na požadavek).

Při komunikaci s nody:

- Nadřazený systém pošle prostřednictvím koordinátora DPA požadavek
- Je-li požadavek správný, koordinátor pošle nadřazenému systému (potvrzovací zprávu) s parametry následné komunikace.
- Koordinátor po určité době, získá DPA odpověď (např. hodnotu teploty), kterou předá nadřazenému systému. Doba odpovědi je závislá na typu požadavku a na počtu node v síti.

Při komunikaci s koordinátorem:

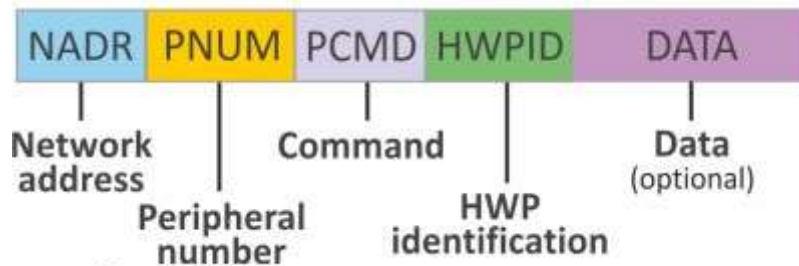
Koordinátor získává pouze DPA odpověď bez potvrzení



Obrázek 15 Komunikace pomocí DPA protokolu

3.1.4 DPA požadavek

Jedná se o předem daný protokol (paket), který po vyplnění udává následnou činnost modulu.



Obrázek 16 DPA požadavek

NADR - logická zařízení

PNUM - výběr periferie s kterou chceme pracovat.

PCMD - příkazy specifikují danou akci, která se má na periférii provést (např. zapni LED, vypni LED)

HWPID - ID hardwarového profilu

DATA - datová zpráva

Příklad PNUM:

RAM - (0x05) periferie pro práci s pamětí RAM (čtení, zápis)

USER PERIFERIE - (0x20-0x6F) je místo rezervované pro vytvoření vlastních periferií, pro které se pak v CustomDpaHandler.c vytvoří obsluha.

Za zmínku určitě stojí periferie FRC, která má svůj patent a ušetří mnoho času.

FRC - (0x0D) speciální periferie, která si vyžádá stavy všech zařízení v síti v rámci jednoho přenosu. Výsledkem je rychlá odezva a jeden ucelený balík dat ze všech zařízení.

3.2 síť IQRF

V IQRF sítích existují dva režimy komunikace.

3.2.1 PEER-TO-PEER

Komunikace pro dva, nebo více (neomezený počet) prvků na stejné úrovni. Posílají se jen uživatelská data, OS k nim již žádnou dodatečnou podporu neposkytuje. Pakety jsou přístupné všem prvkům v dosahu a jejich zpracování plně závisí na uživatelském programu. Pro jednoduchou komunikaci mezi dvěma body je to nejjednodušší řešení. [6]

3.2.2 IQMESH

Komunikace MESH je nejobecnějším typem topologie sítě. Na rozdíl od hvězdicových, lineárních a dalších sítí nepředpokládá žádné specifické vlastnosti konkrétního uspořádání. Je-li adresát mimo přímý dosah, paket mu lze doručit pomocí jiných prvků sítě (routerů), které v dosahu jsou. Dobře navržená MESH síť je velice odolná a spolehlivá. [6]

Síť se skládá z jednoho koordinátora (C), který řídí síť. Dále jsou k dispozici další koncové prvky (Node) přes které, případně ke kterým putují data z koordinátoru. OS modulu poskytuje plnou podporu pro práci se sítí: vysílání i příjem, komunikační režimy, párování, identifikace, adresování, směrování, filtrování, přepínání kanálů a komunikační rychlosti.

Výhody IQMESH sítě jsou zřejmé, i když bude jeden node mimo provoz, informace se může dostat přes jiný node v síti až k cíli. Případně, chceme-li zaslat informaci na větší vzdálenost, lze využít všech dalších nodů v síti (routerů). Tato technologie síťové komunikace je patentově chráněná, otevřená a bezplatná.

IQRF využívá frekvence 868 MHz (EU), 916 MHz (USA), případně 434 MHz (EU, USA) v bezlicenčním pásmu ISM. Přenosová rychlost je softwarově volitelná od 1.2 kb/s do 86.2 kb/s. Vysílací výkon je do 1.3 mW, do 3.5 mW nebo do 10 mW (podle typu TR modulu), programovatelný v 8 výkonových úrovních. Dosah signálu je typicky až 700 m ve volném prostoru. [6]

Před samotným začátkem vytváření funkčního bezpečnostního systému je důležité všechny zařízení přidat do sítě, aby o sobě věděly. Návod pro vytvoření IQMESH sítě naleznete na konci dokumentu v příloze.

3.3 Watch Dog Timer (WDT)

Jedná se o periférii, která cyklicky resetuje daný program. Je to důležité v případě, když se vytvořený program zacyklí, vznikne softwarová chyba, hardwarová porucha, nebo v případě probuzení zařízení z režimu spánku. Funguje to tak, že program signalizuje WDT svůj chod (servisním impulsem, případně strojovou instrukcí). V případě, že čas vykonávání programu bude větší jak nastavený čas WDT, provede se restart a nová inicializace systému (programu). Proto je důležité správně časově nastavit WDT. Další možností je nulování WDT přímo z programu. Používá se v případě bezpečného ukončení procesu (vrácení zpět do normálního stavu, případně do nouzového stavu).

V IQRF-macros.h jsou vytvořeny funkce pro jednodušší práci s WDT:

```
setWDToff();           //Vypnutí WDT
setWDTon();            //Zapnutí WDT
setWDTon_2s();         //Nastavení času resetování
clcwdt(),              //Nulování příznaku (WDT času)
```

3.4 Debug mode

V případě, že potřebujeme sledovat jednotlivé kroky (časování) ve vytvořeném programu. Pro práci v debug modu je nutné znát funkce IQRF OS. Takto si lze krokovat jednotlivé stavy vykonávaného kódu.

Ukázka ladění programu:

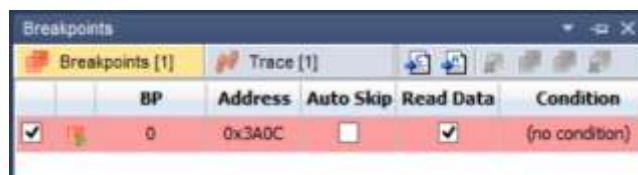
```
uns16 m;                // 2Byte - m
StartCapture();          // inicializuje časování (reset tick counter)
waitDelay(100);          // část, která se vykonává 1s (100*10ms)
m=CaptureTick();         // Uloží prováděný čas do paměti (param3 = 100)
BreakPoint(0);           // Vložený breakpoint 1
```

Poznámky:

- Funkce CaptureTick() ukládá čas do proměnné param3 (aktuální čas) a param4 (předchozí čas).
- Při práci s nastavováním I/O je nutné dávat pozor, aby nebyly přenastaveny I/O (C8,C7,C6,C5) potřebné pro SPI komunikaci s IQRF IDE.
- V případě, že jsme v debug mode a chceme se z něj dostat, je nutné odstranit breakpointy z programu, znova jej zkompileovat a nahrát do modulu.



Obrázek 17 Uložení vykonávaného času do paměti 0x05C0 (100 Tick = 1s)



Obrázek 18 Vložený breakpoint

3.5 IQRF modul - DCTR-52DA

DCTR-52DA pracuje na bezplatné frekvenci (ISM- Industry, Scientific and Medical) 868 MHz a 916 MHz. Jedná se o modul s μ C PIC s nahaným operačním systémem IQRF OS. Mezi základní komponenty patří MCU (PIC16LF1938-I/ML), RF IC (MRF49XA), LDO napěťový regulátor (MCP1700), teplotní senzor (TMP112), EEPROM (24AA16/MC).

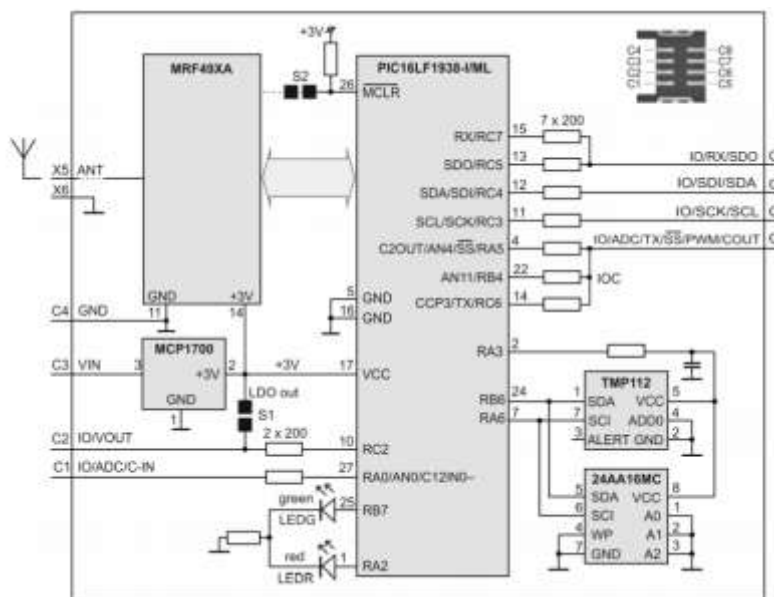
Vlastnosti modulu

- FSK modulaci (frequency-shift keying)
- Volitelné RF pásmo 868/916 MHz, více kanálů
- Nízká spotřeba energie, způsoby řízení napájení
- SPI rozhraní podporován OS na pozadí
- Serial EEPROM
- Výstup PWM
- Programovatelný HW časovač
- 3V regulátor LDO výstup, monitoring baterie
- 2 LED diody
- 8 pinů, 6 I/O
- Programovatelný výstupní výkon vysílání (8 úrovní (0 – 7), -2.5 dBm/úroveň)
- A / D převodník (2 kanály), analogový komparátor
- Možnosti: on-board anténa, U.FL konektor, teplotní čidlo
- formát SIM karty



Obrázek 19 Modul DCTR-52DA

[8]



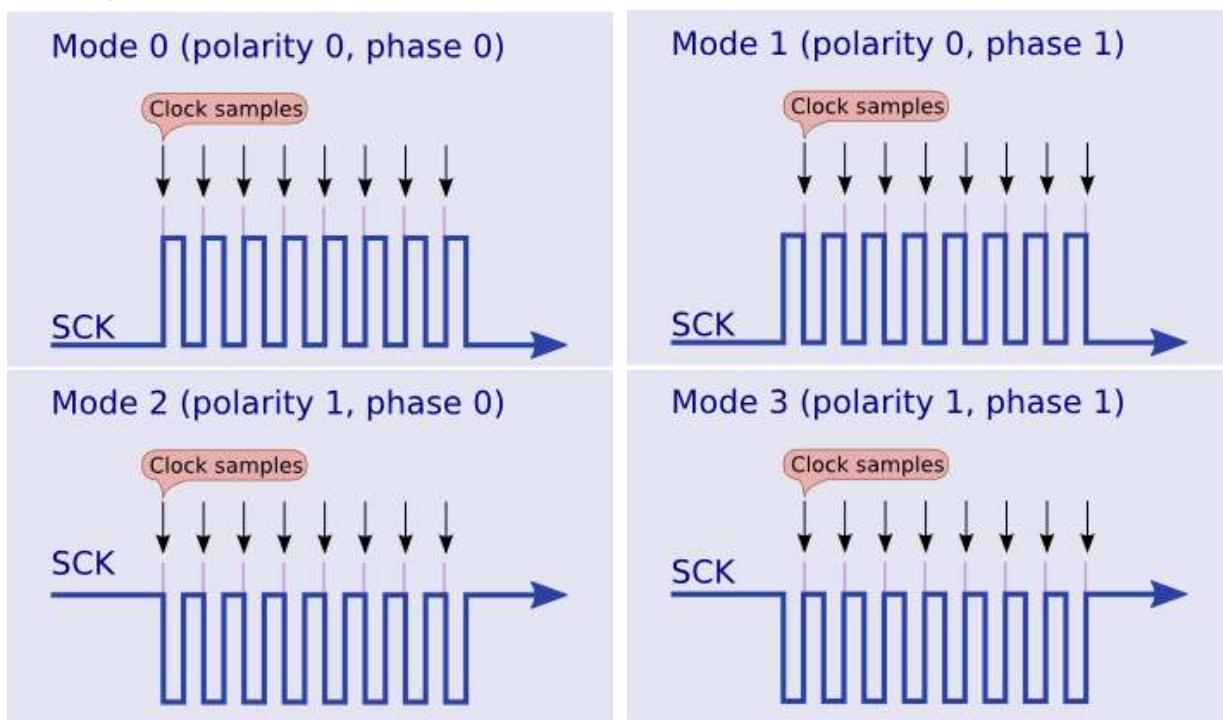
Obrázek 20 Zjednodušené schéma zapojení

- na pinech C1, C2, C5 až C8 je napětí 3,3V.
- pin C5 je přerušovací pin.
- na pinu C3 je napájení. (2,3V až 6V)
- piny mohou být v různých režimech (I/O, A/D, SPI, I2C, UART)

3.6 SPI komunikace mezi Raspberry PI a IQRF modulem

Ke komunikaci slouží 4 signály (SPI). Signál SCK je vyhrazený pro hodinový signál, který generuje řídicí jednotka (MASTER). Dva signály jsou využívány jako datové, přičemž MOSI(SDI) je vždy master výstup a MISO (SDO) je slave výstup. Poslední vodič je SS, který slouží k adresaci zařízení. Pomocí tohoto vodiče se aktivuje příjem a vysílání vybraného zařízení a proto se jedná o synchronní komunikaci řízenou masterem. SCK může pracovat ve 4x možných režimech:

Režimy SCK:



Obrázek 21 SCK režimy

- Aby vše fungovalo a komunikace s IQRF modulem probíhala v pořádku, je nutné zvolit režim 0, který zaručí správné nastavení SCK hodin.

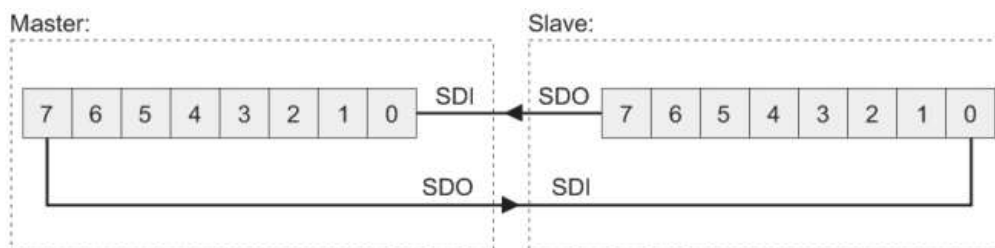
| | |
|---------------------|--|
| Slave select | Active low |
| Idle clock polarity | Low |
| Clock edge | Output data from TR on rising SCK edge |

Obrázek 22 Datasheet SCK nastavení pro DCTR-52DA

Implementace SPI

Kruhový buffer

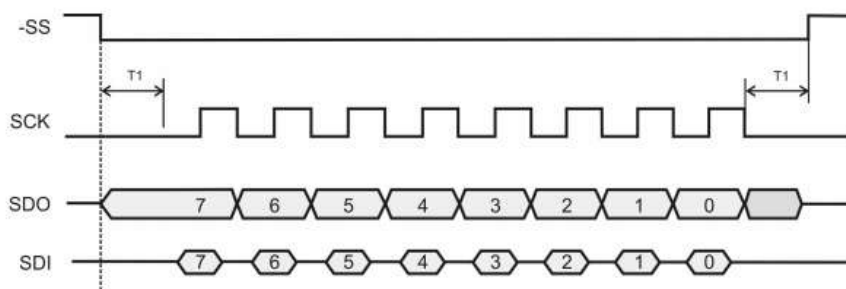
Data jsou přesouvány pomocí dvou shift registrů. Pokud slave přijímá data, přichází byte se uloží do paměti.



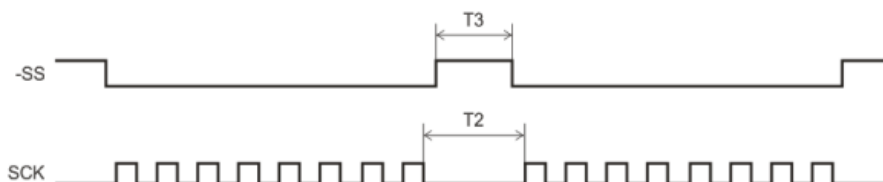
Obrázek 23 Kruhový buffer

Časování

- Komunikace začíná při $-SS = 0$
- Master počká $T1 = \text{min. } 10 \mu\text{s}$
- Před odesláním dalšího byte se musí počkat alespoň $T2 = \text{min. } 700 \mu\text{s (SCK)}$
- Aby se zajistilo, posláni dalšího byte, deaktivuje se $-SS = 1$ po dobu $T3 = \text{minimálně } 20 \mu\text{s}$.



Obrázek 24 Časování jednoho byte



Obrázek 25 vyslání dalšího byte (zprávy)

SPI status

Abychom zjistili, v jakém stavu se sběrnice aktuálně nachází, lze použít příkaz SPI_CHECK. Program se periodicky dotazuje na aktuální stav sběrnice.

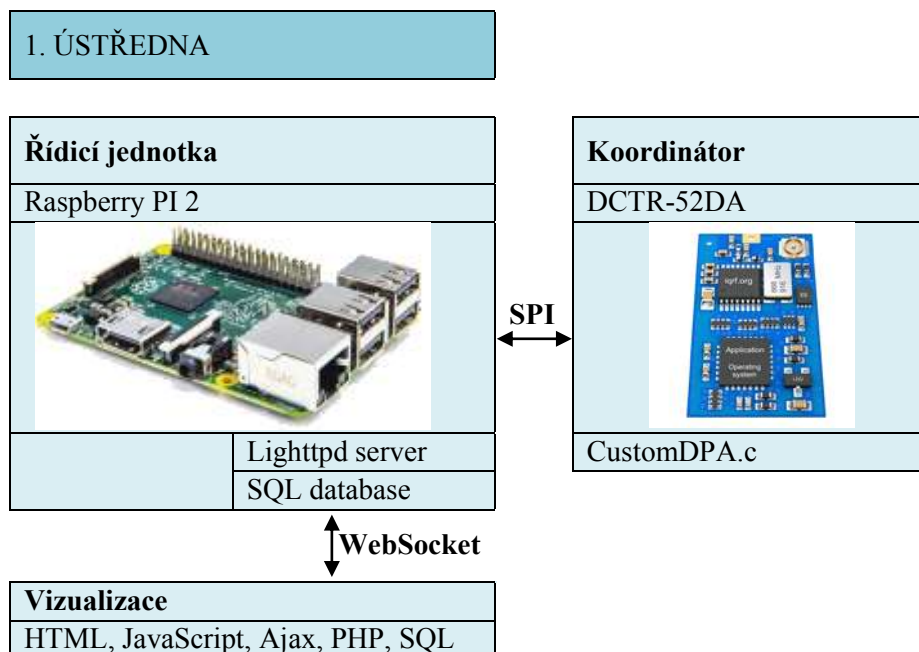
Možné odpovědi na příkaz SPI_CHECK:

| Hex. hodnota | SPI status |
|--------------|--|
| 0x00 | SPI není aktivní |
| 0x07 | SPI komunikace je pozastavena |
| 0x3F | SPI není připraven na přenos (bufferCOM plný, CRCM o.k) |
| 0x3E | SPI není připraven na přenos (bufferCOM plný, CRCM error) |
| 0x40 | SPI připraveno na komunikaci, startSPI(64) TR module vrátí stav 0x40 |
| 0x80 | SPI připraveno v komunikačním módu |

Tabulka 2 SPI statusy

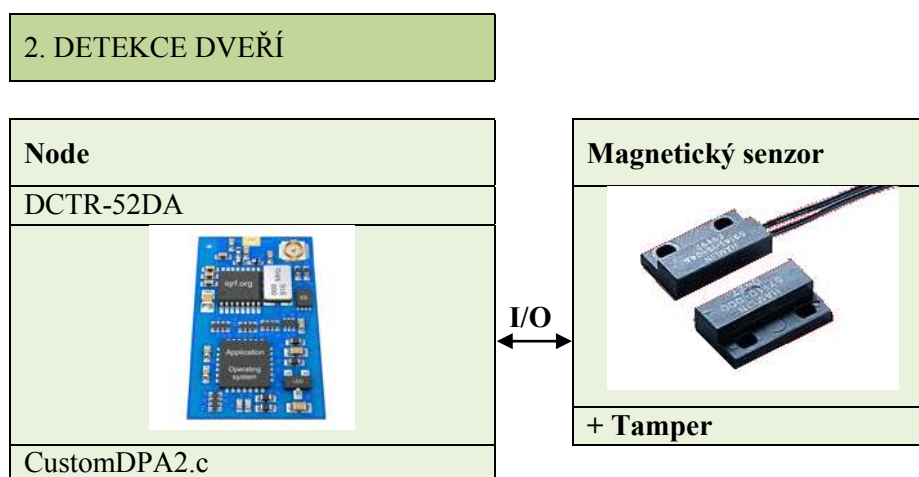
4 Návrh a realizace

4.1 Struktura a popis realizace



Popis:

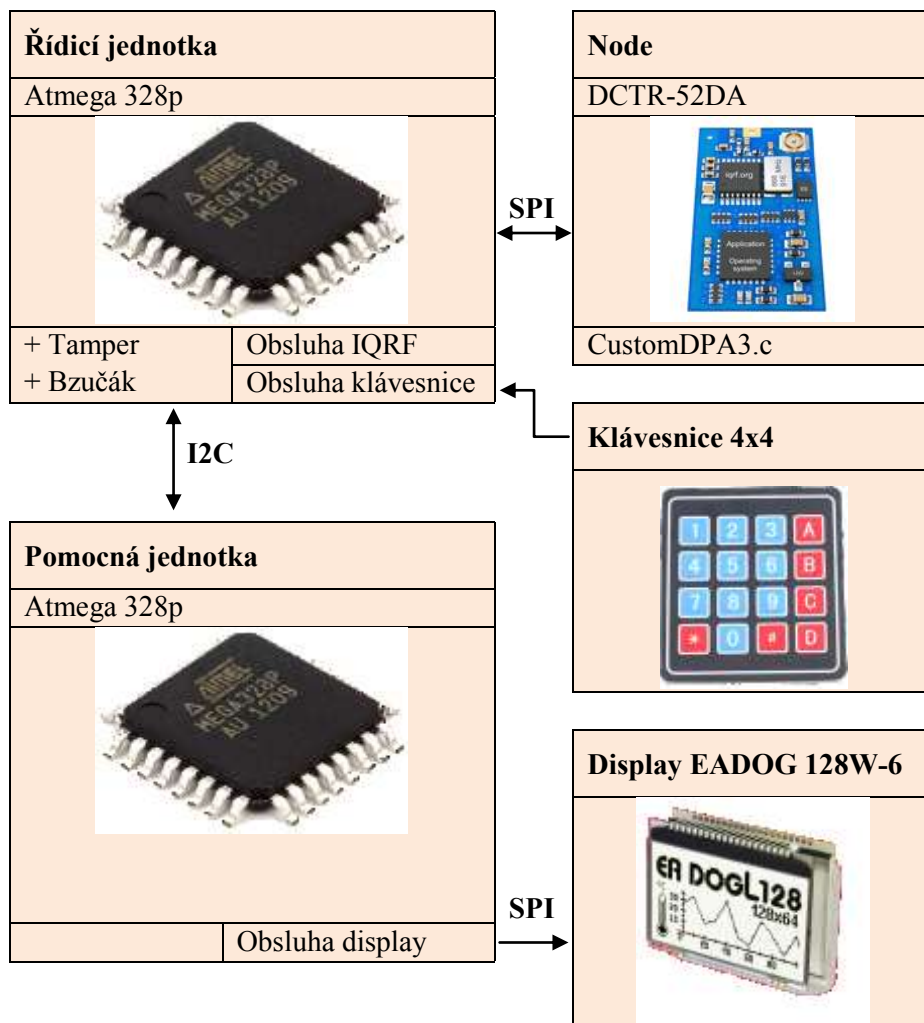
V řídicí jednotce je nahrán program, který periodicky kontroluje SPI sběrnici, vyhodnocuje a řídí příchozí data z SPI sběrnice, zasílá periodicky data pro vizualizaci. V koordinátoru je nahrán program, který přijímá, nebo vysílá data (DPA požadavky) do IQMESH sítě. Pokud koordinátor přijme nějakou zprávu, zašle ji po SPI do Raspberry PI. V řídicí jednotce je také nainstalován Lighttpd server a MySQL databáze. Vizualizace pracuje s JavaScriptem a databázemi pomocí technologie AJAX, díky čemuž je aplikace plynulá bez potřeby znovu načítání stránky (refresh).



Popis:

V node je nahrán program, který přijímá, nebo vysílá data (DPA požadavky) do IQMESH sítě. Node je v počátečním stavu ve spánku, tím šetří energii. Pokud se dveře otevřou / zavřou, probudí se, zašle zprávu o změně. Pokud zprávu obdrží ústředna, zašle nazpět potvrzení a příkaz k opětovnému spánku. Pokud se node nepodaří zaslat zprávu (10x po 1 s), nastaví varovnou LED indikaci.

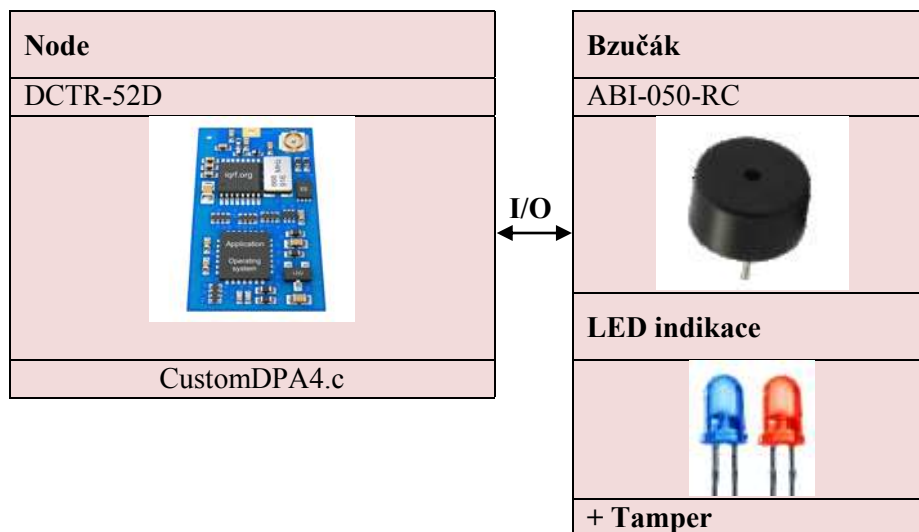
3. TERMINÁL



Popis:

Terminál bude sloužit pro ovládání celého zabezpečovacího systému. V zájmu šetření energie je opět v počátečním stavu všechno uspáno (řídicí jednotka, pomocná jednotka, node). Pokud provedeme zmáčknutí klávesy, provede se probuzení řídicí jednotky, která probudí node a pomocnou jednotku. Současně se zasílá synchronizační zpráva pro ústřednu a zapíná se display. Pokud synchronizační zpráva zjistí změnu v nastavení v ústředně. Proběhne přenastavení i v terminálu, dle aktuálně nastavených parametrů. Po uplynutí neaktivních 30 s se vše automaticky uspí.

4. BZUČÁK



Popis:

Bzučák slouží k upozornění uživatele/vyplašení zloděje na spuštěný alarm. Spouštěna siréna, nebo LED indikace. V node je nahrán program, který přijímá, nebo vysílá data (DPA požadavky) do IQMESH sítě. Node nemůže být v počátečním stavu uspán, protože by posléze nemohl být probuzen (nelze reagovat na událost). Proto je v node nahrán režim LP, který šetří energii (Rx mode 330uA).

4.2 Ústředna

Ústředna slouží jako řídicí jednotka. Uvnitř je zprovozněn webový server (Tornado) a MySQL databáze. Adresa Raspberry PI je pevně nastavena na 192.168.0.10. Na linuxu běží dvě úlohy, které mezi sebou komunikují pomocí sdílené paměti. Úlohy zpracovávají příchozí data z IQRF modulů, dle příchozích zpráv se nastavuje celý zabezpečovací systém. Systém zabezpečení je provázán s webovou aplikací, kde se nastavují parametry.



Obrázek 26 Ústředna

Fyzická vrstva

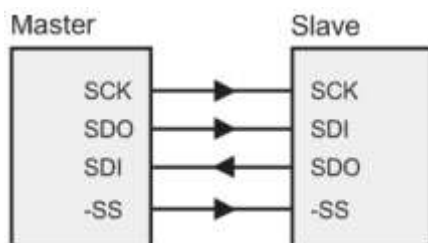
Zapojení pro DCTR-52DA:

| SPI signál | TR pin | Funkce |
|------------|--------|-----------------|
| SCK | C6 | Serial clock |
| SDI (MOSI) | C7 | Serial data In |
| SDO (MISO) | C8 | Serial data Out |
| SS | C5 | Slave Select |

Zapojení pro Raspberry PI:

| SPI signál | Raspberry pin | funkce |
|------------|---------------|-----------------|
| CLK (SCK) | 23 | Serial clock |
| MISO (SDI) | 21 | Serial data In |
| MOSI (SDO) | 19 | Serial data Out |
| CE0 (SS) | 24 | Slave Select |

Propojení vývodů Raspberry PI a IQRF modulu:



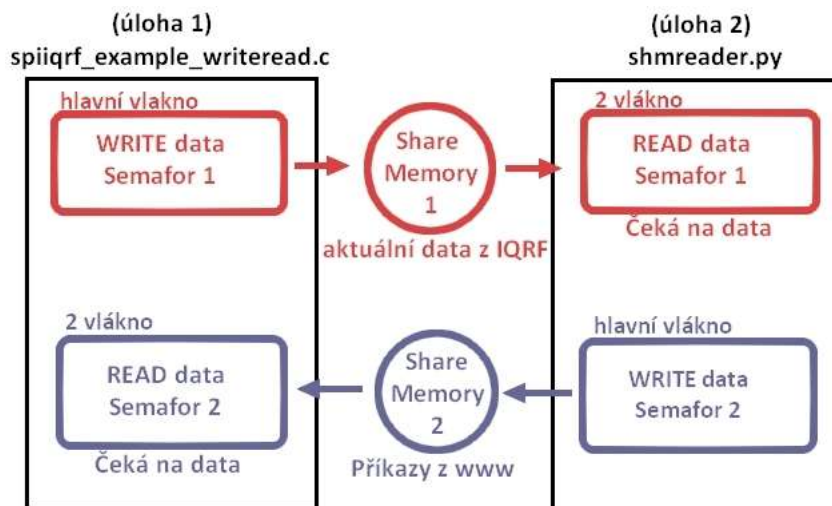
- Pro propojení jsem využil jednoduchý modul, který je připojen na RaspberryPi a do něj je zasunuto DCTR-52DA.

Programy

Na Raspberry PI jsou spuštěny dvě úlohy, `spiiqrf_example_writeread.c` běží na pozadí a `shmreader.py` na popředí v konzoli. Aby celý systém fungoval, musí být spuštěny obě úlohy. V první úloze (.C) běží obsluha SPI sběrnice (IQRF) a řídicí část vyhodnocování stavů. V druhé úloze (.py) běží websocket (Tornado), který zasílá přijatá data z úlohy 1 na webový prohlížeč, případně přijímá data z webové aplikace. Kromě toho, také komunikuje s databází a spouští a ukončuje hlídání, dle aktuálního času.

Předávání dat mezi úlohami

Jelikož jsou vytvořeny dvě úlohy, které běží současně, je nutné mezi nimi přenášet data. Proto je vytvořeno v obou úlohách nové vlákno pro čtení. Z hlavního vlákna se zapisuje, dále je použit synchronizační semafor, aby nenastala kolize při výměně dat a dvě sdílené paměti. Jedna pro aktuální data z IQRF a druhá pro příkazy z www.



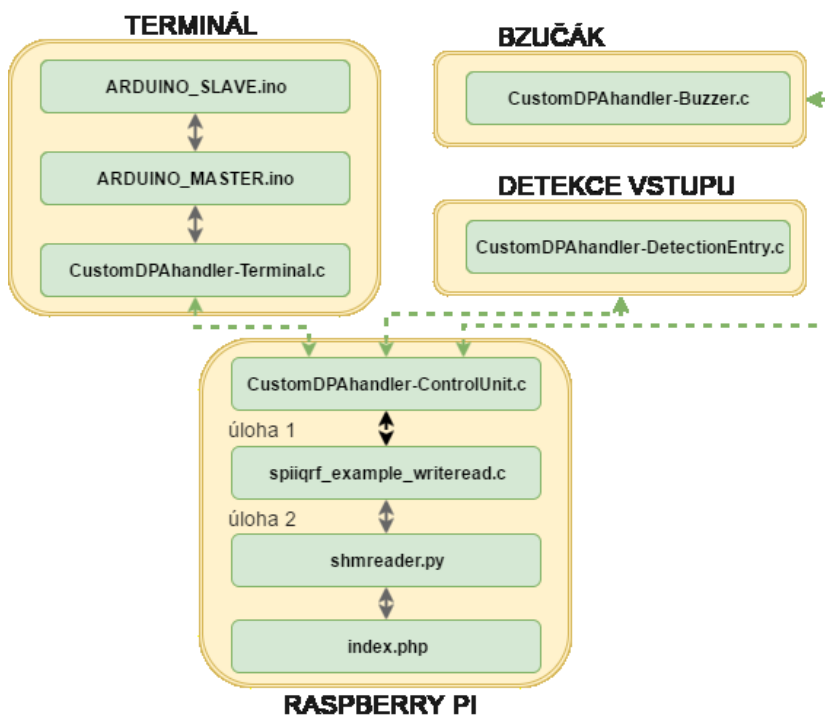
Obrázek 27 Výměna dat mezi úlohami

Spouštění jednotlivých úloh

sudo ./spiiqrf_example_writeread &
sudo python shmreader.py

// spouštění na pozadí
// spouštění na popředí

Interakce mezi programy



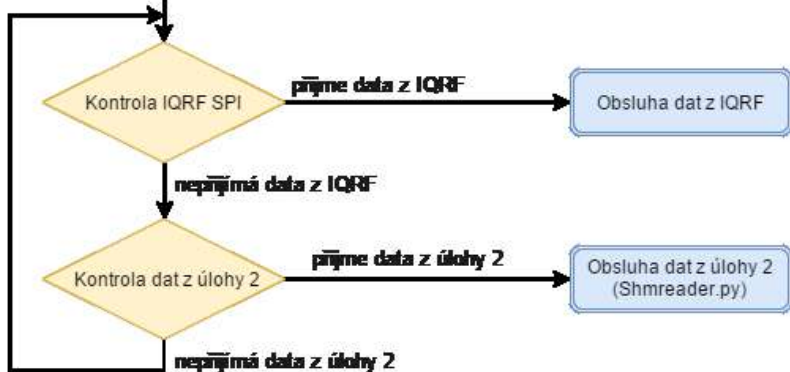
Obrázek 28 Interakce mezi programy

Hlavní vlákno

Smazání původních semaforu a sdílených paměti

Inicializace semaforu [0][1] sdílených paměti [0][1] parametrů systému používaných funkcí IQRf (SPI)

Start vlákna *read



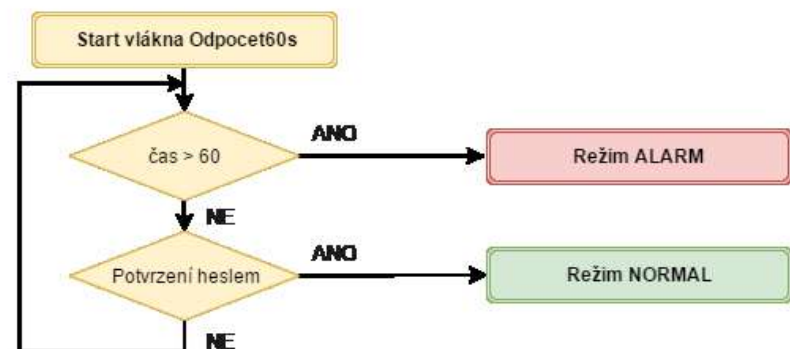
spiqr_example_writeread
Vývojový diagram

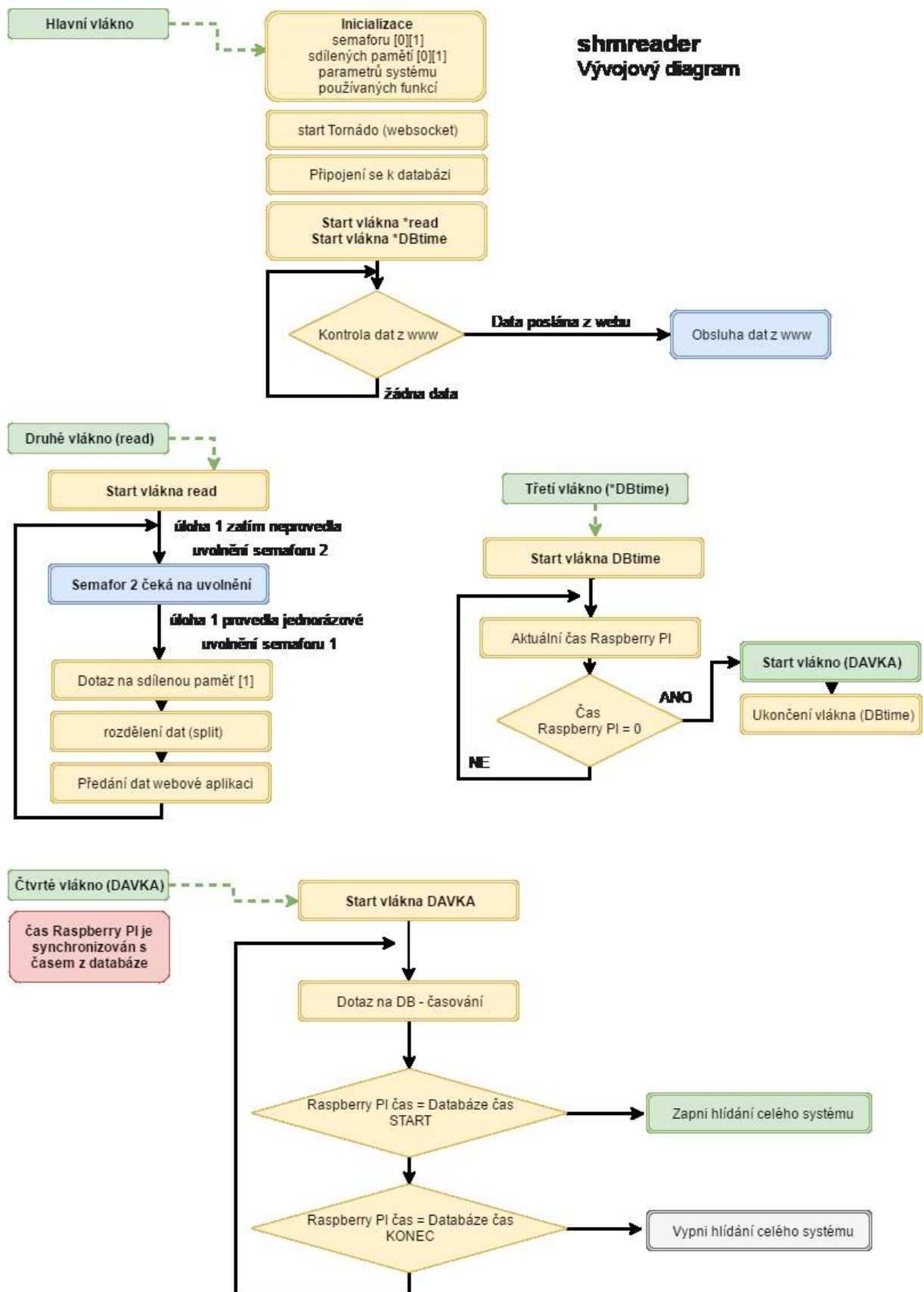
Druhé vlákno (*READ)



Třetí vlákno (Odpocet60s)

Start pouze v režimu ALARM 60s.





Obsluha dat úloha 1 - provádí spiiqrf_example_writeread.c

úloha 2 zasílá data do úlohy 1

| Příkaz | Informace | Vyvolá akci |
|--------|---|------------------------------------|
| „P1,, | Potvrzení alarmu přes www aplikaci | Nastaví režim normal |
| „N0,, | Konec hlídání | alarm = 0, ochrana = dle nastavení |
| „N1,, | Start hlídání | alarm=1, ochrana = 1 |
| „O,, | Získá aktuální data o nastaveném časování | Přenastaví synchronizační paket |

Tabulka 3 Obsluha dat úloha 1

Webová obsluha dat - provádí index.php

úloha 1 zasílá data do www aplikace

| Příkaz | Informace | Vyvolá akci |
|--------|--------------------------------|-----------------------------------|
| „B1,, | Terminál otevřen | - |
| „B0,, | Terminál uzavřen | - |
| „P0,, | Špatné heslo z terminálu | - |
| „P1,, | Přístup potvrzen z terminálu | Zastaví vykonávání odpočtu alarmu |
| „A0,, | Dveře uzavřeny | - |
| „A1,, | Dveře otevřeny | - |
| „A2,, | Bezpečně odebráno zařízení | - |
| „A3,, | Nepovolené odebrání zařízení | Vyvolá alarm |
| „A4,, | Dveře otevřeny, potvrďte vstup | Režim 60s. |
| „M0,, | Hlídání vypnuto | Změna pozadí na šedé (defaultní) |
| „M1,, | Hlídání zapnuto | Změna pozadí na zelené (zapnuto) |

Tabulka 4 Webová obsluha dat

Obsluha dat úloha 2 - provádí shmreader.py

Webová aplikace zasílá data do úlohy 2

| Příkaz | Informace | Vyvolá akci |
|--------|-------------------------------|--|
| 1590 | Alarm potvrzen z www aplikace | Předá zprávu úloze 1, kde se nastaví režim na normal |
| Off | Korektní ukončení websocketu. | Ukončení programu shmreader |

Tabulka 5 Obsluha dat úloha 2

Obsluha dat z IQRF - provádí spiiqrf.c

Moduly zasílají data (zprávy 0x20) do úlohy 1

| Příkaz | Informace | Vyvolá akci |
|--------|--|-------------------------------------|
| 0x01 | Hodnota: 0x03 - Dveře uzavřeny, Tamper připevněn | Uspi node |
| | Hodnota: 0x00 - Dveře uzavřeny, Tamper odpevněn | Alarm, nebo bezpečně odebráno |
| | Hodnota: 0x01 - Dveře otevřeny, Tamper připevněn | Režim 60s. nebo režim hlídej tamper |
| 0x06 | Režim hlídej tamper ukončen | - |
| 0x07 | Dveře otevřeny více jak 60s. | Odešle informaci do www aplikace |
| 0x08 | Terminál chce aktuální data | Odešle synchronizační paket |
| 0x13 | Terminál chce potvrdit zadané heslo | Odešle potvrzovací paket |

Tabulka 6 Obsluha dat z IQRF

Obsluha dat (modul terminál) - provádí MASTER_ARDUINO.ino

| Příkaz | Informace | Vyvolá akci |
|--------|--|----------------------------------|
| 0x02 | Uspání terminálu | Terminal přejde do režimu spánku |
| 0x09 | Příjem synchronizovaných dat, aktuální data z ústředny | - |
| 0x0A | Odpověď na požadavek (je heslo správné?) | Nastavení režimu |

Tabulka 7 Obsluha dat modul terminál

Obsluha dat (modul detekce vstupu) - provádí CustomDPAhandler-SPI_ARDUINO.c

| Příkaz | Informace | Vyvolá akci |
|--------|---|---|
| 0x02 | Uspání terminálu | Terminal přejde do režimu spánku |
| 0x03 | Speciální režim hlídej tamper (kontrola co 1s.) | Zapne WatchDog timer Kontrola stavu dveří Periodické uspávání co 1 s. |
| 0x04 | Nepovolené odebrání zařízení | Vyvolá alarm |
| 0x05 | Bezpečné odebrání zařízení | - |

Tabulka 8 Obsluha dat modul detekce vstupu

Obsluha dat (modul bzučák) - provádí CustomDPAhandler-buzzer.c

| Příkaz | Informace | Vyvolá akci |
|--------|----------------|----------------------------|
| 0x0B | Spouští alarm | Zapne sirénu, LED indikaci |
| 0x0C | Ukončuje alarm | Vypne sirénu, LED indikaci |

Tabulka 9 Obsluha dat modul bzučák

MySql databáze

Jsou vytvořeny dvě databáze s tabulkami:

- **diplomovka:**

menu - Určení aktuálně otevřené oblasti ve webové aplikaci.

menu_text - Informace o aktuálním stavu v dané oblasti (dům, sklep), stav zabezpečení, ochrany tamperu.

moduly - zde jsou uloženy všechny použité moduly.

- **pil:**

davkovani_dum - v této tabulce se zpracovává časování spouštění a ukončování zabezpečení pro oblast 1 (dům)

davkovani_sklep - v této tabulce se zpracovává časování spouštění a ukončování zabezpečení pro oblast 2 (sklep)

Tabulka - *davkovani_dum* (db: pil)

| den | cas1 | cas2 | cas3 | zito_davka1 | zito_davka2 | zito_davka3 | dvere_davka1 | dvere_davka2 | dvere_davka3 | datum_zmeny |
|-----|------|------|------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2017-04-06 01:03:34 |
| 4 | 1248 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 0 | 0 | 2017-04-06 04:22:18 |
| 5 | 584 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 91 | 0 | 0 | 2017-04-06 16:20:12 |

Obrázek 29 MySQL Tabulka - *davkovani_dum*

V tabulce jsou sloupce, které určují start a konec časování (hlídání). Lze použít až tři časové intervaly na jeden den.

Tabulka - *moduly* (db: diplomovka)

| id | identifikatorNode | typ | vOblasti |
|----|-------------------|-----|----------|
|----|-------------------|-----|----------|

- Informace o jaký modul se jedná a k jaké oblasti má být přiřazen.

Tabulka - *menu_text* (db: diplomovka)

| menu_id | menu_name | menu_img | menu_obsah_url | menu_lista_url | menu_cas_url | zabezpeceni | tamper |
|---------|-----------|----------|----------------|----------------|--------------|-------------|--------|
|---------|-----------|----------|----------------|----------------|--------------|-------------|--------|

- Informace k menu (název oblasti, url adresa oblasti, aktuální zabezpečení a ochrana proti odebrání).

Tabulka - *menu* (db: diplomovka)

| akt_oblast | id |
|------------|----|
|------------|----|

- Udává pouze aktuální otevřenou oblast ve webové aplikaci.

Režimy celého systému

V systému mohou nastat níže uvedené situace:

1) **Zabezpečení vypnuto bez ochrany proti sabotáži** - situace, kdy neprobíhá hlídání prostoru. Webová aplikace reaguje na otevírání a uzavírání dveří (reaguje na události), ovšem neprovádí žádné nastavování nových parametrů.

2) **Zabezpečení vypnuto s ochranou proti sabotáži** - situace, kdy neprobíhá hlídání prostoru. Webová aplikace reaguje na otevírání a uzavírání dveří (reaguje na události), pokud je ovšem dané zařízení (detekce dveří, bzučák, terminál) odmontováno, vyvolá v systému alarm.

3) **Zabezpečení zapnuto s ochranou proti sabotáži** - situace, kdy probíhá hlídání prostoru. Aplikace reaguje na události, pokud je dané zařízení (detekce vstupu, bzučák, terminál) odmontován, vyvolá se okamžitý poplach. Pokud se dveře otevřou, vyvolá se režim 60 s. (situace, kdy je hlídání zapnuto a někdo vnikne do střeženého prostoru).

4) **Režim 60 s.** - v tomto režimu má uživatel 60 s. na zadání potvrzovacího kódu, buď z terminálu, nebo z webové aplikace, pokud tak neučiní ve stanovený čas, vyvolá se režim Alarm. Zadá-li heslo správně, tak se tento režim odvolá a vrátí se zpět do režimu zapnuto s ochranou proti sabotáži.

5) **Alarm** - poslední stav, který může nastat. Pokud je systém v režimu alarm, zašle signály na webovou aplikaci a do modulu bzučák, který spustí sirénu.

Odebírání zařízení (ochrana proti sabotáži)

V systému jsou implementovány dva parametry, které určují, zda-li se alarm vykoná po odebrání zařízení. Parametry: ochrana tamperu a alarm.

| poznámka | Vyvolaná akce | Ochrana proti sabotáži | Hlídání prostoru |
|--|--|------------------------|------------------|
| Bezpečné odebrání zařízení | Opět uspí node | Off | Off |
| Nepovolené odebrání zařízení | modul začne svítit červeně 5 s., pak se uspí Spuštění modulu alarm Webová indikace | On On | Off On |
| Tento stav nenastane, protože jestli-že je zapnut alarm je automaticky zapnuta i ochrana proti odebrání. | | Off | On |

Tabulka 10 Odebírání zařízení

4.3 Detekce vstupu

Vytvořený model je vyroben na oboustranném plošném spoji (35um, 74x34.5mm). Vytvořená DPS má za úkol chránit sebe, proti neoprávněné manipulaci (odstranění krytu), detekovat změny pomocí magnetického čidla umístěného na dveřích, nebo oknech. Modul reaguje na události (odstranění tamperu, otevření/uzavření), při každé události se vyvolá napěťový skok, který je přiveden na přerušovací pin, který ho probudí z režimu spánku. A v neposlední řadě jsou zde napájecí obvody pro baterii, kterou je možné napájet přímo z USB.



Obrázek 30 Modul detekce vstupu

DPS a celý systém detekce vstupu je vytvořen tak, aby mohl reagovat na všechny možné stavy, které mohou nastat. Vysoký důraz je kladen na spotřebu, model je napájen z LI-ION baterie 1050mA/h. I díky tomu je následná instalace jednoduchá, žádné zbytečné vrtání do zdi, kvůli přívodu energie. Instalace zařízení je jednoduchá, stačí provést registraci do IQMESH sítě, přiřadit nový modul do databáze, aby se provedlo spárování s webovou aplikací a ve vizualizaci nastavit čas hlídání prostoru a ochranu proti sabotáži. Kompletní schéma a seznam součástí je uveden v příloze II.

Spotřeba

Model detekce vstupu využívá modulu IQRF DCTR-52DA, který má na trhu s vysílači/přijímači jednu z nejnižších spotřeb. Software modulu je i proto navrhnut tak, aby byl probouzen pouze tehdy, když nastane nějaká změna (otevření dveří, uzavření dveří, odstranění krytu). Tzn., že většinu svého času je v režimu spánku, pouze v případě, když se něco opravdu děje, tak se probudí. Vyšle zprávu ústředně, která provede vyhodnocení a pak se model opět uspí.

Pokud je modul uspán má spotřebu 61uA.

Po probuzení hodnota skokově vzroste na **5.8mA** a pak se opět uspí.

Indikace aktuálního stavu modelu

| | |
|-------------------|--|
| bliká červeně | nepodařilo se navázat spojení s řídicí jednotkou. 12s interval navázání spojení. |
| svítí zeleně 5s. | při povolené manipulaci se zařízením. Pak se uspí. |
| svítí červeně 5s. | při nepovolené manipulaci se zařízením. Vyvolá se poplach. Pak se uspí. |

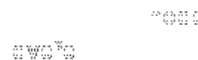
Reakce modulu, na možné situace

dveře jsou uzavřené, modul je připevněn

NODE: Po probuzení (uzavření dveří) vyšle modul zprávu o aktuální hodnotě AI (3V), po odeslání, čeká na odpověď od řídicí jednotky.

ŘÍDICÍ JEDNOTKA: Přijme zprávu, vyhodnotí aktuální stav, zašle zpět potvrzovací zprávu s instrukcí.

INSTRUKCE PRO NODE: NODE SLEEP (CMD 0x02)



dveře jsou otevřené, modul je připevněn

NODE: Po probuzení (otevření dveří) vyšle zprávu o aktuální hodnotě AI (1.5V), po odeslání čeká na odpověď od řídicí jednotky.

ŘÍDICÍ JEDNOTKA:

* Pokud je (ALARM ON) provádí se odpočet 30 s. Tento čas je určen pro zadání správného kódu do terminálu, po 30 s. se spustí poplach. Zároveň se zasílá instrukce 0x03 pro node.

* Pokud je (ALARM OFF, MANIPULACE OFF) provede se pouze zápis o přístupu. V tomto stavu lze manipulovat s nodem.

* Pokud je (ALARM OFF, MANIPULACE ON), zašle se instrukce CMD 0x03

INSTRUKCE PRO NODE: HLÍDEJ TAMPER (CMD 0x03) - jedná se o speciální režim, který periodicky hlídá, jestli při otevřených dveřích nedošlo k odstranění node. Tento režim není příliš energeticky náročný, protože je periodicky uspáván co 1 s a probouzen WatchDog časovačem. Ukončení režimu způsobí:

A) Odstranění node B) Uzavření dveří C) Čas trvání otevřených dveří > 60 s

Posléze modul detekce vstupu uspí.



dveře jsou otevřené, modul je odstraněn

NODE: Node je ve speciálním režimu HLÍDEJ TAMPER, ten co 1 s kontroluje AI. Pokud je odstraněn tamper, nebo jsou uzavřeny dveře, nebo je čas režimu >60 s. Vyšle zprávu řídicí jednotce, speciální režim se ukončí a node se uspí.

ŘÍDICÍ JEDNOTKA:

* Vyhodnotí, zda-li je povolena, nebo zakázaná manipulace se zařízením.

* Pokud je ochrana proti manipulaci zapnuta, vyvolá se poplach. (0x04)

* Pokud je vypnutá, nevyvolá se poplach. (0x05)

INSTRUKCE PRO NODE:

* BEZPEČNÉ ODSTRANĚNÍ ZAŘÍZENÍ (0x05), nebo

* NEPOVOLENÉ ODSTRANĚNÍ ZAŘÍZENÍ (0x04)



dveře jsou uzavřené, modul je odstraněn

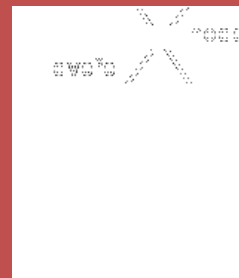
NOTE: Po probuzení (odstranění node) vyšle zprávu (CMD 0x01) o aktuální hodnotě AI (0V), po odeslání čeká na odpověď od řídicí jednotky.

ŘÍDICÍ JEDNOTKA:

- * Vyhodnotí, zda-li je povolena, nebo zakázaná manipulace se zařízením.
- * Pokud je ochrana proti manipulaci zapnuta, vyvolá se poplach. (0x04)
- * Pokud je vypnutá, nevyvolá se poplach. (0x05)

INSTRUKCE PRO NODE:

- * BEZPEČNÉ ODSTRANĚNÍ ZAŘÍZENÍ (0x05), nebo
- * NEPOVOLENÉ ODSTRANĚNÍ ZAŘÍZENÍ (0x04)



Hardwarová část

Příloha II. Elektronika detekce dveří obsahuje:

- Schéma zapojení
- Seznam součástek
- PCB a osazení

Šířka cest na PCB je dimenzována pro max. protékající proud 800 mA.

- Tloušťka cesty 35 μm
- Teplota okolí 25 $^{\circ}\text{C}$
- Max. délka cesty 70mm

PCB obsahuje napájecí část. Komparátory pro upozornění na vybití baterie a vyvolání přerušení. Dále se zde nachází regulátor napětí s nízkým úbytkem napětí (LDO) 3.3V, který je potřeba pro napájení modulů DCTR-52DA. Na desku lze připojit tampér a magnetický snímač. Použitým magnetickým snímačem (Meder MK04-1A66B-500W) po připojení protékal proud 20uA a dokázal spínat do 1,5cm.

Elektronika modelu je navržena tak, aby při změně stavu se vyvolala skoková změna napětí, která vyvolá přerušení na modulu. Tím pádem se modul probudí ze spánku. Zašle zprávu a pak se opětovně uspí.

Rozměry:

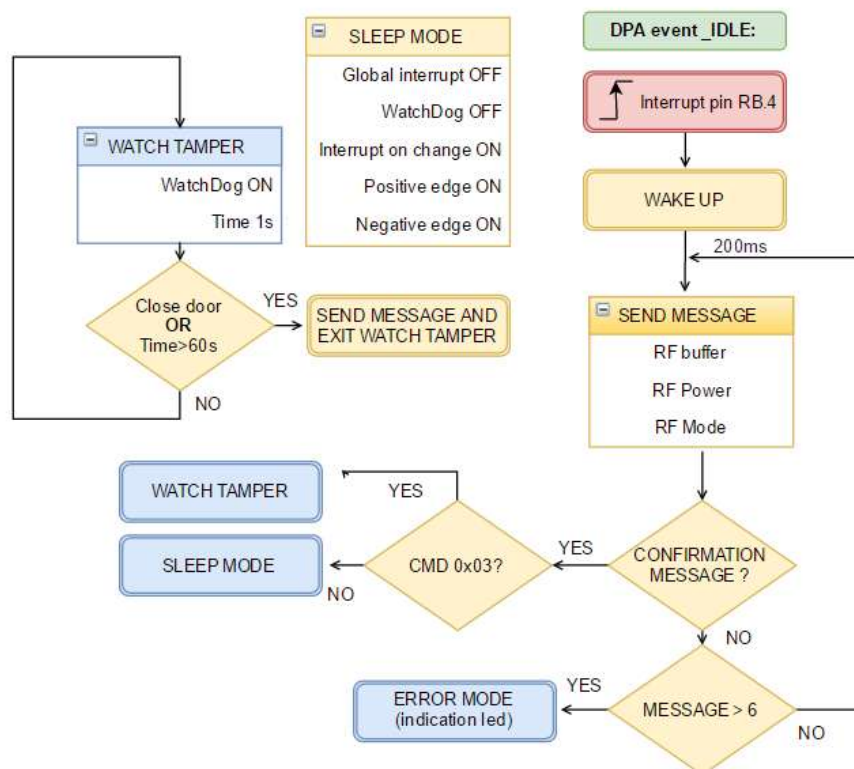
Rozměry desky: **79x34** (ŠxV)

Rozměry modulu: **80x40x20** (ŠxVxH)



Obrázek 31 Modul detekce vstupu

Softwarová část



Obrázek 32 CustomDPAhandler-DetectionEntry.c

Modul detekce vstupu je naprogramován v IQRF OS s využitím frameworku DPA. Program funguje tak, že v úvodním stavu je modul TR-52DA ve spánku. Při otevření dveří (náběžné hraně) se díky impulsu na pin RB.4 (C5) probudí a začne provádět hlavní cyklus programu (takt 10ms), když dosáhne 500ms, pošle požadavek [a1] ústředně. Mimo tento stanovený čas provádí kontrolu příjmu, jestli nepřichází potvrzovací odpověď [a2] na daný požadavek [a1]. Pokud po zaslání šesti požadavků se nedostaví odpověď. Modul se přepne do chybového režimu (indikace LED). Tento režim může být způsoben mnoha faktory. Např. slabým signálem, poruchou ústředny, ztrátou napájení, slabou baterií, rušením okolí. Pokud tato situace nastane, je nutné, odstranit nově vzniklou závadu a provést restart, pomocí resetovacího tlačítka u modelu. Pokud vše funguje jak má, tak červená LED u modelu neblinká. Pokud získáme odpověď na daný požadavek, provede se opětovné uspání. Navržený model je koncipován tak, aby byl energeticky úsporný, reagoval na ztrátu spojení, odstranění zařízení a detekoval stavy otevření, ale i uzavření dveří.

[a1] SEND MESSAGE - INFORMACE O STAVU

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---------|----------|------------|-------------------------|------|------|------|--------|---------|---------|------|---------|--------|------|------|
| 0x00 | 0x00 | 0x20 | 0x01 | 0xFF | 0xFF | 0x28 | 0x2c | 0x00 | 0x81 | 0x04 | 0x07 | 0x07 | 0x1e | 0x01 | 0x54 |
| Adresa C | UserPer | Přikaz 1 | HW skupina | Specifické číslo modulu | | | | TR typ | Baterie | RF síla | RSSI | AI high | AI low | | |

[a2] CONFIRMATION MESSAGE - USPÁNÍ

| | | | | | |
|----------|---------|----------|--------------------|------|------|
| 0x01 | 0x00 | 0x20 | 0x02 | 0x00 | 0x01 |
| Adresa N | UserPer | Přikaz 2 | HW skupina - dveře | | |

4.4 Terminál

Terminál je primárně určen k získání informací o aktuálně nastaveném systému a k potvrzování alarmových stavů. Kromě toho může vyvolat sirénu. Modul se skládá z displaye EA-DOG128, což je jeden z nejúspornějších displayu na trhu a klávesnice. Uvnitř má ochranu proti neoprávněnému odebrání zařízení, napájecí okruhy, vysílací/přijímací modul IQRF DCTR-52DA, baterii LI-ION 1050mA/h a sirénu.

Po aktivaci tlačítka „A„ na klávesnici, se provede přerušení terminálu a vykonání požadavku na zaslání synchronizačního paketu [b1,b2], kterým modul získá aktuální data z řídicí jednotky. Terminál může pracovat ve třech režimech v závislosti na aktuálním stavu celého systému.

Režim normal

- V případě, že systém nehlásí neoprávněný vstup.
- Vykreslení aktuálního nastavení všech času hlídání v daný den a aktuální stav hlídání.

Režim 60 s

- V případě, že systém hlásí neoprávněný vstup.
- Uživatel má 60 s od vstupu na zadání hesla.
- Zadávání hesla, po zadání se pin zašle k vyhodnocení řídicí jednotce, která potvrdí správnost.
- Správné heslo = změna režimu na normal.

Režim alarm

- V případě, že uplynulo 60 s, nebo je odpevněn tamper.
- Alarm = systém aktivuje modul bzučák, sirény.



Obrázek 33 Terminál



Režim normal



Režim 60 s



Režim alarm

Spotřeba

- Spotřeba závisí hlavně na intenzitě podsvícení.
- Při 0% podsvícení a μC uspán terminál odebírá **9.4 mA**
- Při 0% podsvícení terminál odebírá **16 mA**
- Při 50% podsvícení a μC uspán terminál odebírá **52.8 mA**
- Při 50% podsvícení terminál odebírá **60mA**
- Při 100% podsvícení a μC uspán terminál odebírá **99.1 mA**
- Při 100% podsvícení terminál odebírá **105.6mA**

Hardwarová část

Příloha IV. Elektronika terminál a seznam součástek obsahuje:

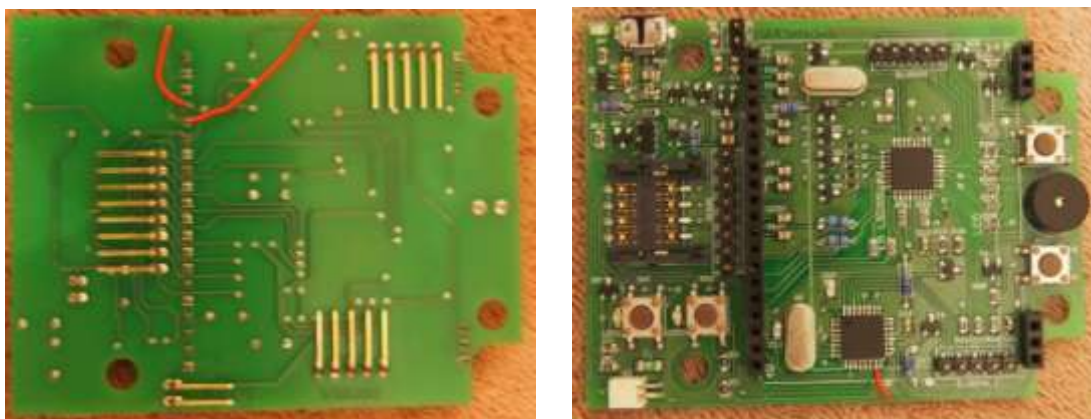
- Schéma zapojení
- Seznam součástek
- PCB a osazení

Šířka cest na PCB je dimenzována pro max. protékající proud 800 mA.

- Tloušťka cesty 35 μm
- Teplota okolí 25 $^{\circ}\text{C}$
- Max. délka cesty 70 mm

PCB obsahuje napájecí část. Komparátory pro upozornění na vybití baterie a vyvolání přerušení. Napájecí část 3.3V pro napájení modulů DCTR-52DA a pro dva μC Atmega. Na vstupy prvního μC jsou připojeny ESD diody, kvůli ochraně před elektrostatickými výboji a klávesnice. Dále je zde SPI sběrnice přivedena na konektor pro IQRF modul. Komunikace s druhým μC probíhá přes I2C sběrnici. Druhý μC Atmega ovládá display a podsvícení přes druhou SPI sběrnici.

Na desce jsou také umístěny tři resetovací tlačítka pro IQRF a dva μC Atmega a jedno uživatelské tlačítko pro bondování IQRF modulu. Na desce se také nachází siréna a tampér (ochrana před neoprávněným odstraněním zařízení, zničením). Ze spodní strany jsou vyvedeny piny pro klávesnici, tampér a sériová linka pro diagnostiku a programování μC Atmega.



Obrázek 34 Spodní a horní část desky

Rozměry:

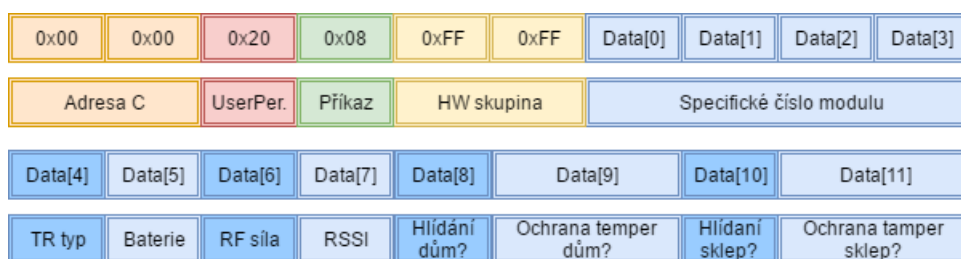
Rozměry desky: **79x62** (ŠxV)

Rozměry modulu: **68x130x27** (ŠxVxH)

Softwarová část

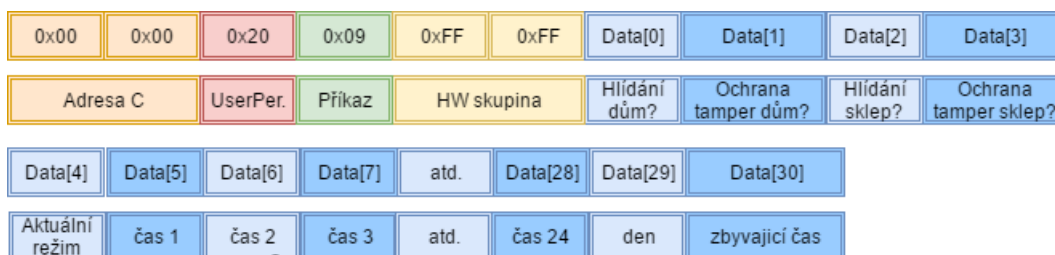
Bezdrátová komunikace mezi řídicí jednotkou a terminálem se realizuje pomocí uživatelské periferie 0x20. Pokud je terminál otevřen (probuzen) zašle zprávu [b1] řídicí jednotce. Ústředna odešle zpět synchronizační zprávu [b2] s aktuálními parametry nastavení. Je-li terminal v režimu 60 s a uživatel zadá heslo, zasílá se zpráva [b3], (dotaz na potvrzení hesla). Po obdržení zprávy ústřednou se pošle zpět zpráva o vyhodnocení [b4]. Pokud je heslo správné, provede se přenastavení systému na režim normal.

[b1] TERMINÁL OTEVŘEN



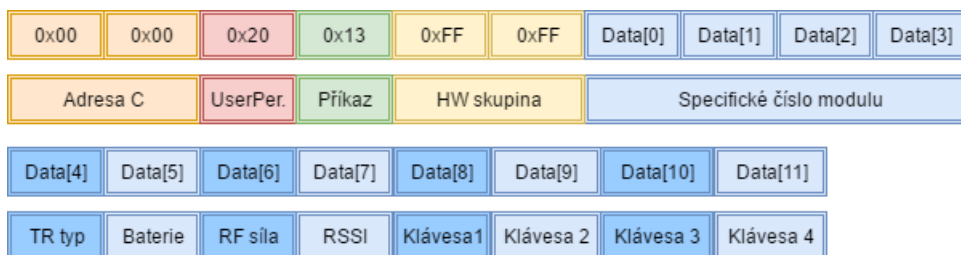
Pokud je terminál aktivován, zašle se tento dotaz pro aktualizaci dat v terminálu. Paket obsahuje informace o daném zařízení, identifikátor, stav baterie, staré informace o nastavení.

[b2] SYNCHRONIZAČNÍ ZPRÁVA



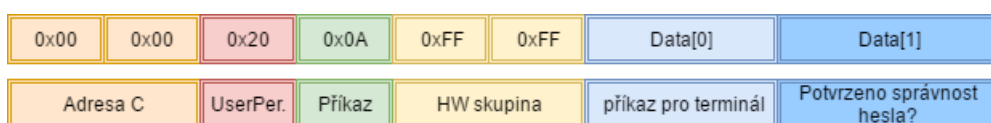
Pokud Raspberry PI obdrží zprávu [b1], zašle zpět paket [b2] s aktuálními parametry. Paket obsahuje informace o aktuálně nastaveném časování, ale také o zbývajícím času, který je nutný pro potvrzení alarmu (pouze pokud je spuštěn režim alarm 60 s).

[b3] DOTAZ NA POTVRZENÍ HESLA



Terminál zasílá zadané heslo z klávesnice do ústředny.

[b4] VYHODNOCENÍ HESLA



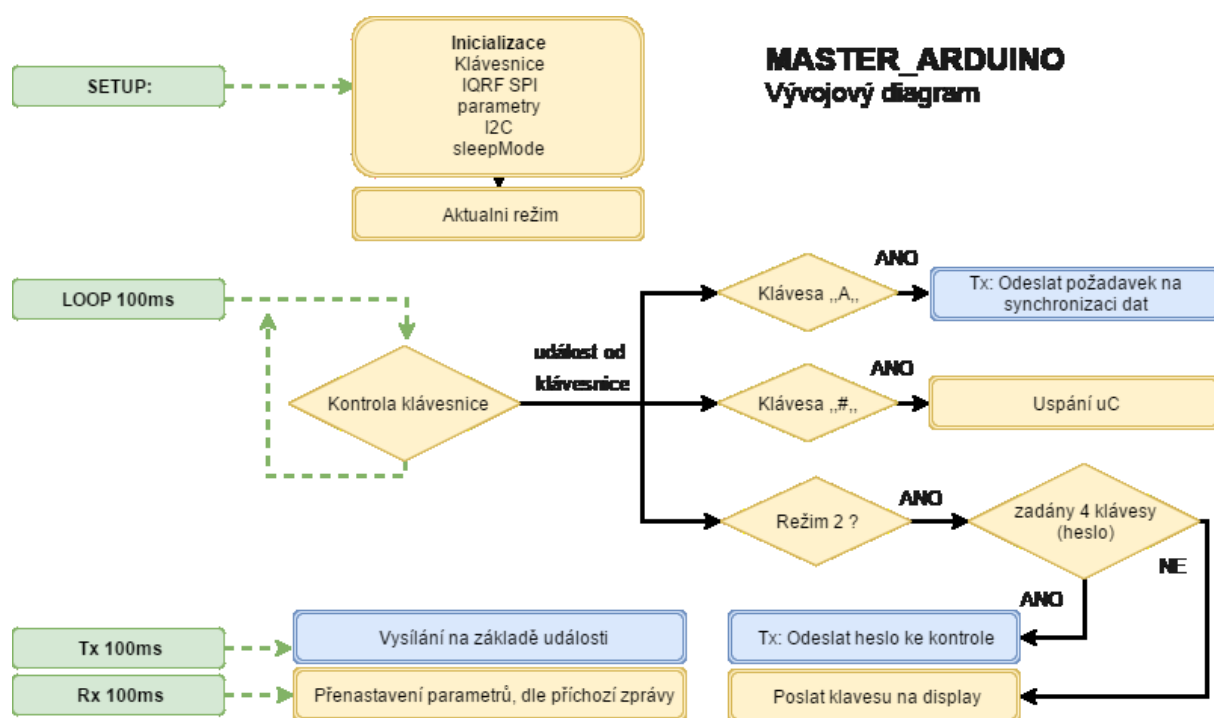
Pokud Raspberry PI obdrží zprávu [b3], odešle obratem zprávu [b4] terminálu, zpráva obsahuje rozhodnutí o správnosti hesla.

Na desce jsou umístěny dva μC (Atmega 328p) na kterých je nahrán arduino bootloader a IQRF modul DCTR-52DA (PIC16LF1938-I/ML). Proto tato deska obsahuje 3x programy.

První program (ARDUINO_MASTER.ino)

Program provádí:

- Komunikaci s IQRF modulem přes SPI sběrnici (zápis/čtení)
- Zpracování dat z klávesnice.
- (Zápis/čtení) I2C - komunikace s druhým μC .
- Uspávání μC .



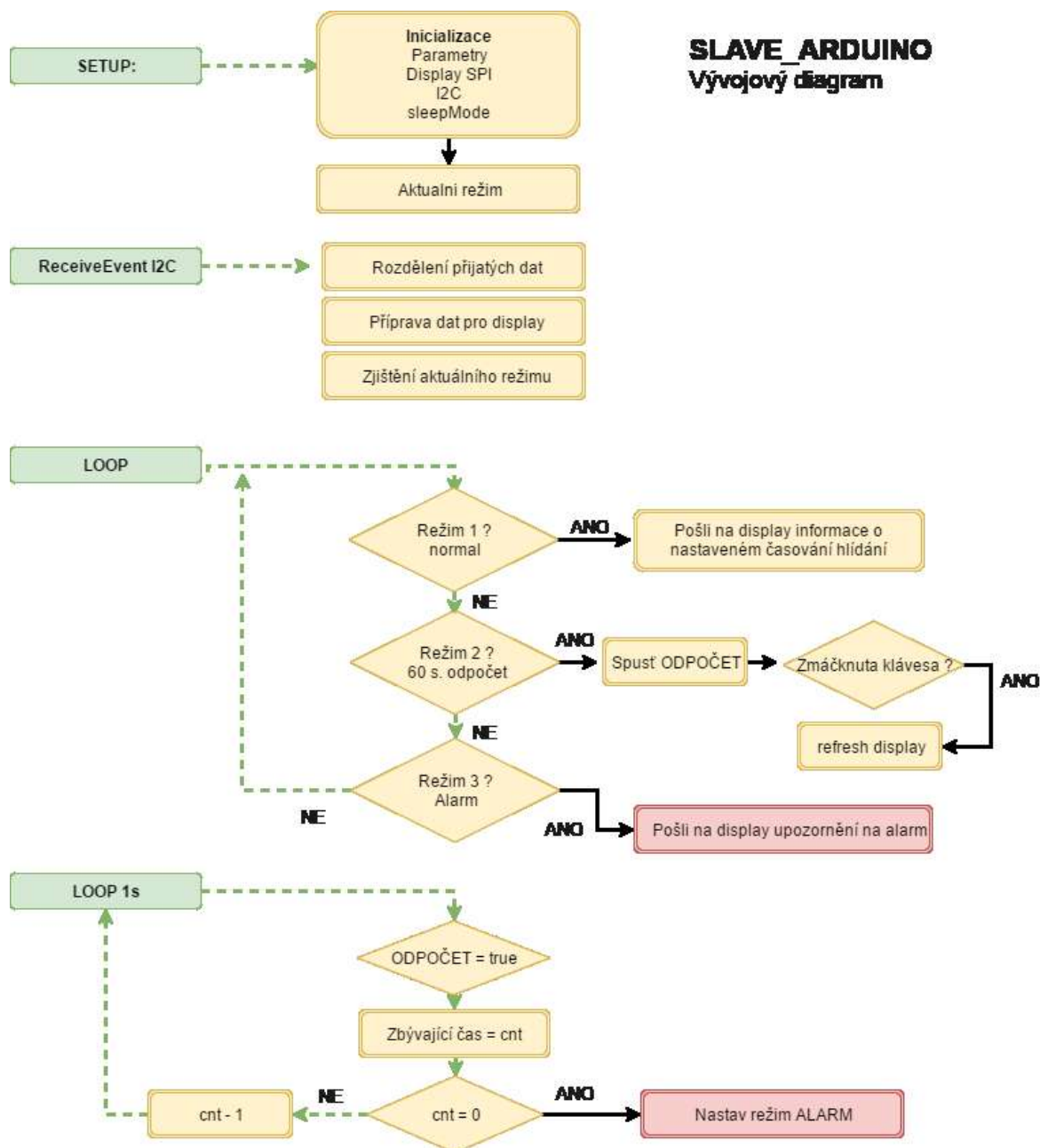
Obrázek 35 ARDUINO_MASTER.ino

Hlavní smyčka periodicky co 100 ms kontroluje, jestli nebylo zmáčknuto tlačítko na klávesnici. Pokud je zmáčknuta klávesa "A", provede se dotaz na řídicí jednotku, která obratem zašle zpět aktualizovaná data, s kterými terminál dále pracuje. Pokud je zmáčknuta klávesa " #" provede se uspání μC . Pokud se terminál nachází v režimu 2 - alarm 60 s. Je povoleno zadávání hesla, jednotlivé klávesy jsou průběžně posílány na display, zadáme-li čtyři klávesy (kompletní heslo) provede se dotazování na řídicí jednotku, která opět obratem zašle potvrzení o správnosti. Po správném zadání hesla se systém nastaví do režimu normal.

Druhý program (ARDUINO_SLAVE.ino)

Program provádí:

- Ovládání display přes SPI sběrnici.
- (Zápis/čtení) I2C - komunikace s prvním μC .
- Uspávání μC .



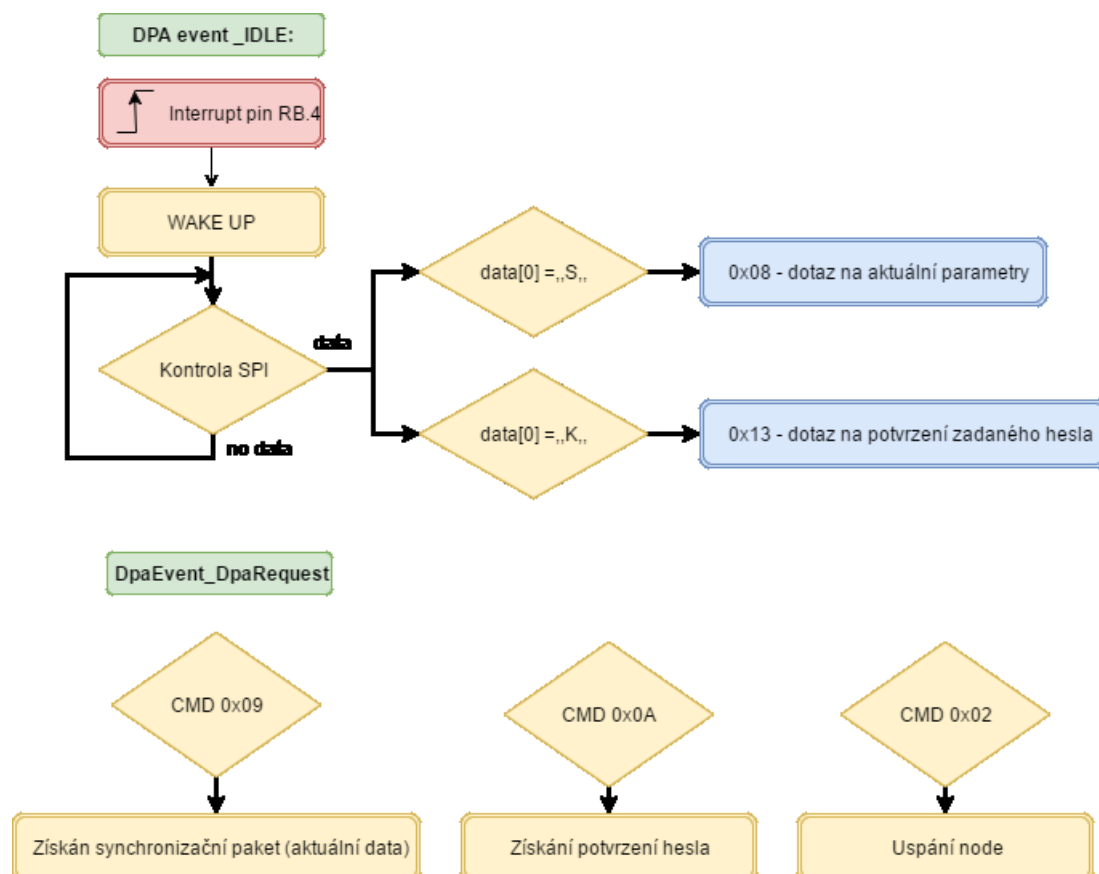
Obrázek 36 ARDUINO_SLAVE.ino

Obdrží-li μC 2 data z I2C, provede se změna režimu. Jestliže jsme v režimu 2 - spustí se odpočet 60 sekund (čas se odvíjí od prvního vyvolání režimu alarm 60 s). Během stanoveného intervalu se musí zadat správné heslo, buď z terminálu, nebo z webové aplikace, jinak se nastaví alarm.

Třetí program (CustomDPAHandler-SPI_ARDUINO.c)

Program provádí:

- Ovládání display přes SPI sběrnici.
- Komunikace s prvním μ C přes SPI sběrnici.
- Uspávání μ C.



Obrázek 37 CustomDPAHandler-Terminal.c

Jednoduchý program využívá DPA programování, program je uložen v IQRF modulu, který hlídá SPI sběrnici a vyhodnocuje přichodící data. Může vysílat dva příkazy 0x08, 0x13 (dotazování ústředny na aktuální data, dotazování na potvrzení zadaného hesla) a přijímat tři příkazy 0x02, 0x09, 0x0A. (uspání node, synchronizační paket, potvrzení hesla).

4.5 Bzučák

Hlavním úkolem bzučáku je vyplašení pachatele. Modul obsahuje ochranu proti demontáži, napájecí část, možnost nabíjení přes micro USB, sirénu, LED indikaci. Tento modul není uspáván, protože by posléze nemohl být probuzen. Neexistuje možnost události, která by ho probudila. Proto je zde použit LP režim s Rx spotřebou 330uA.



Obrázek 38 Model bzučáku

Hardwarová část

Příloha III. Elektronika bzučák a seznam součástek obsahuje:

- Schéma zapojení
- Seznam součástek
- PCB a osazení

Baterii lze nabíjet přes micro USB. Deska obsahuje komparátory pro upozornění na vybití baterie. Napájecí část 3.3V pro moduly DCTR-52DA. Siréna je spínán rychlými změnami log. 1 a 0 na daném pinu. Obě LED indikace odebírají 44mA a jsou spínány přerušovaně (efekt policejních majáků). Celková spotřeba bez ALARMU je 1.1mA a se zapnutým alarmem 54mA.

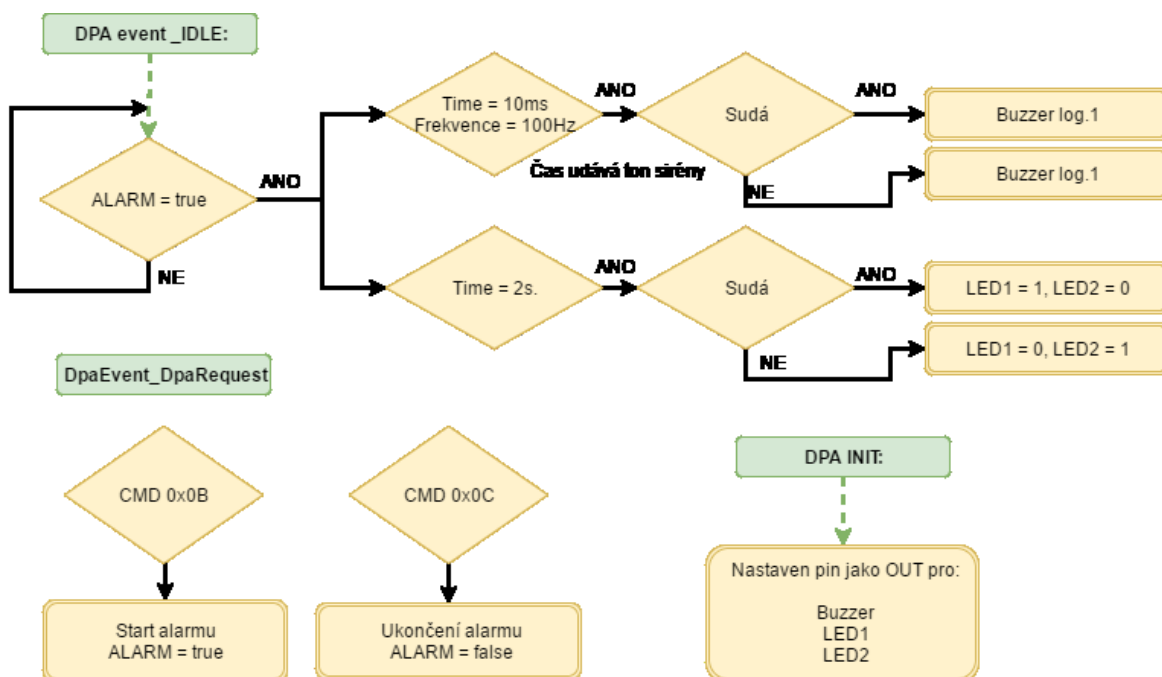
Na desce jsou umístěny tlačítka (resetovací a bondovací). Také se zde nachází ochrana před neoprávněným odstraněním zařízení. Baterie je umístěna nad deskou.

Rozměry

Rozměry desky: **79x34** (ŠxV)

Rozměry modulu: **80x40x20** (ŠxVxH)

Softwarová část



Obrázek 39 CustomDPAhandler-Buzzer.c

5. Vizualizace

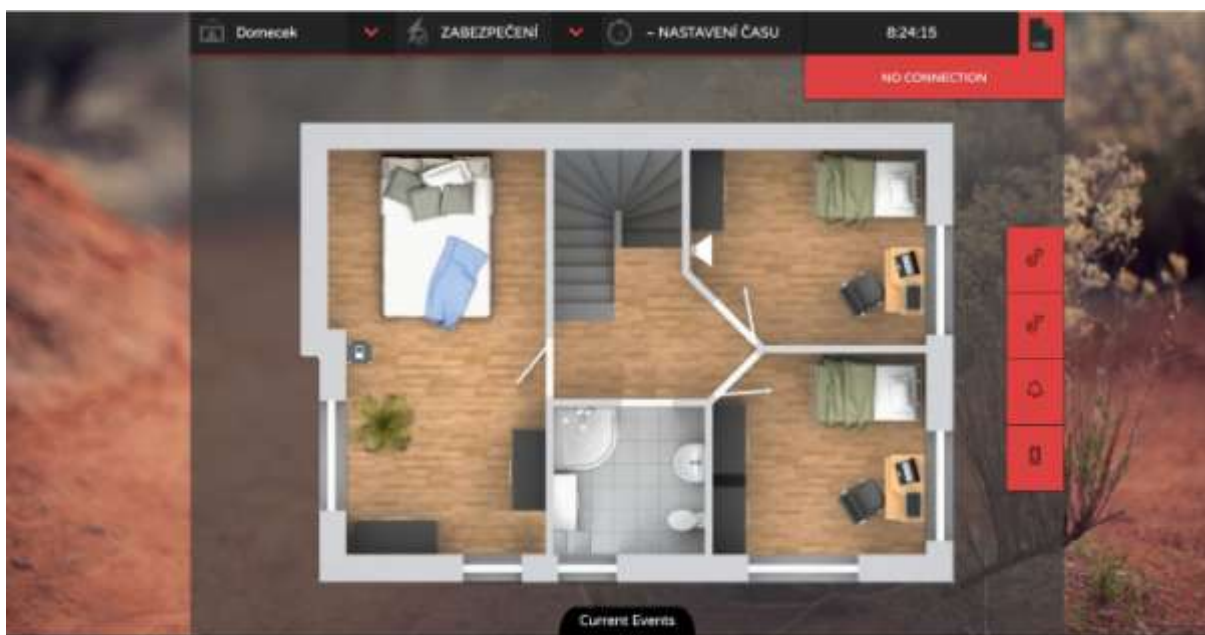
Vizualizace je vytvořena pro webový prohlížeč. Aplikace je přehledná a intuitivní. Horní menu a pravé menu je provázáno s MySQL databází tak, aby případné další přidávání modulů, oblastí bylo automaticky rozšiřitelné. Bez zásahů do hlavního zdrojového kódu aplikace.

Aby se vizualizace zobrazila a přijímala data z řídicí jednotky, musí na straně serveru běžet webový server (Tornado) a databáze MySQL.

Použité technologie:

- JAVA SCRIPT - dynamické stránky (bez zbytečných refresh, url odkazování)
- AJAX - dotazování na databázi (bez nutnosti refresh stránky)
- JQUERY - Efekty, styly
- HTML - základ www
- PHP - Úvodní nastavení parametrů stránky, objektově orientované třídy
- CSS - styly

Hlavní stránka je index.php, uvnitř jsou tzv. kontejnery, kterými se mění obsah v závislosti na požadované situaci. Touto metodou odpadá obnova url adresy a pohyb na stránce je plynulý.



Obrázek 40 Úvodní stránka

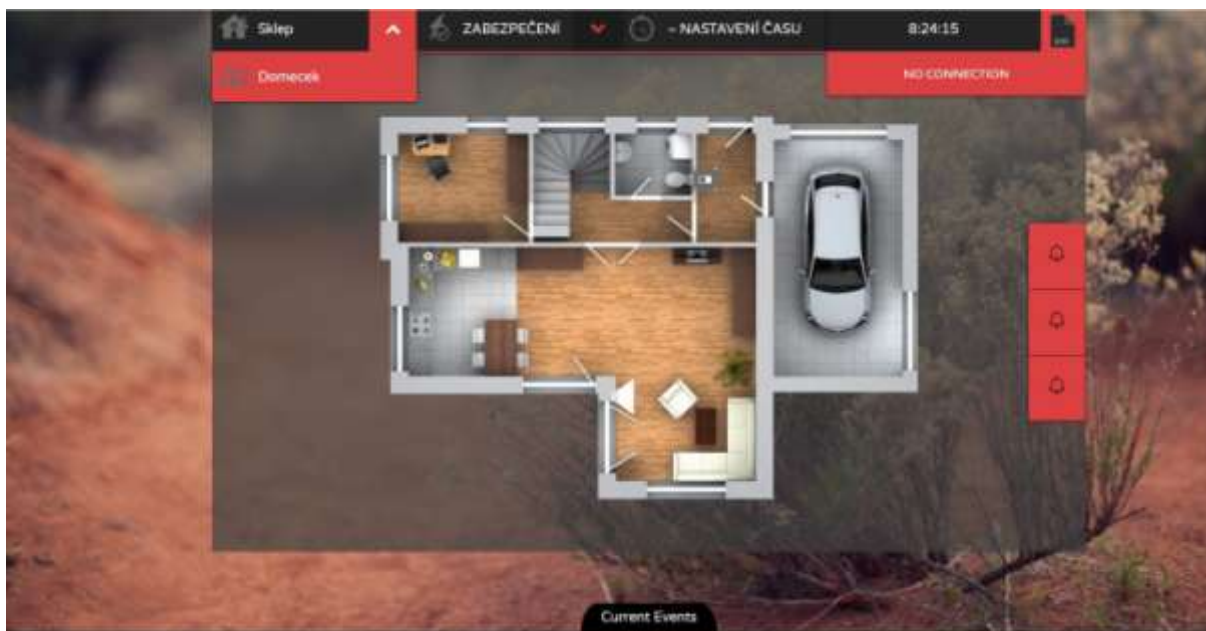
Horní a pravé menu s moduly jsou svázány s databází, takže přidání je jednoduše realizovatelné.



Obrázek 41 Měnící se pozadí

Pozadí aplikace se mění, dle aktuálního režimu v celém systému.

- ALARM - červená
- HLÍDÁNÍ - zelená
- BEZ HLÍDÁNÍ - šedá



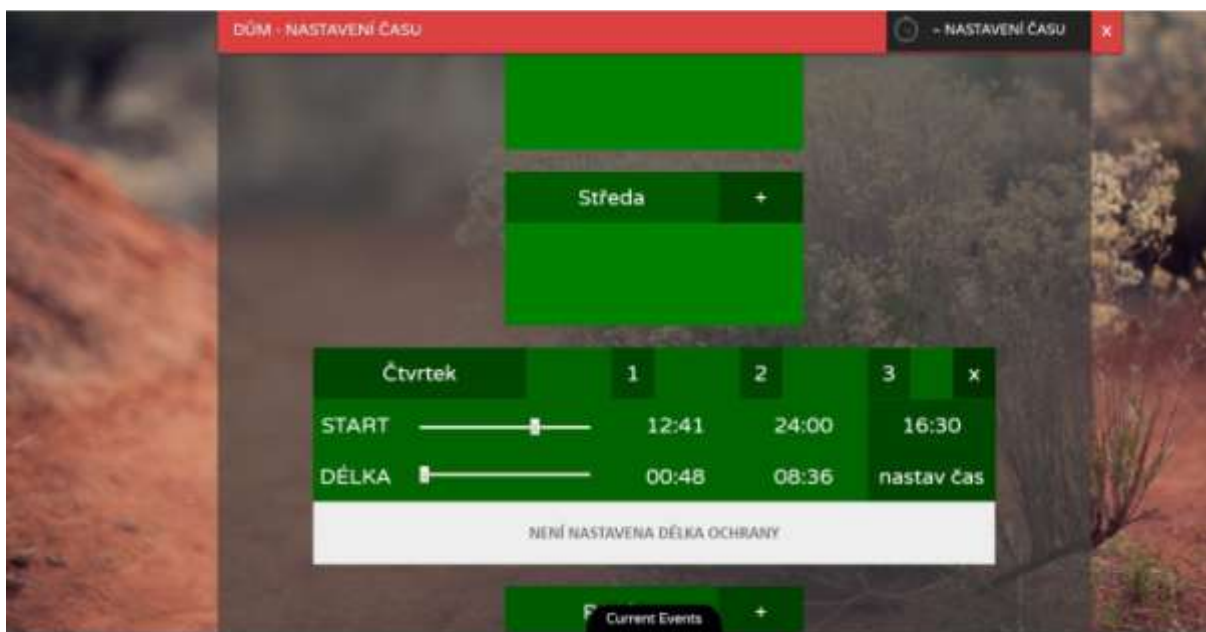
Obrázek 42 Změna oblasti

Pokud se nastaví nová oblast, přenastaví se i všechny další parametry (nastavování času, použité moduly,...)



Obrázek 43 WWW - moduly

Pokud nastane událost týkající se modulu (dveře zavřeny, terminál otevřen, atd.) označí se daný modul, dle jedinečného identifikačního čísla. Zároveň se pro přehlednost půdorys ztmaví.



Obrázek 44 Nastavení časování

Aplikace umožňuje nastavit tři časové intervaly na jeden den. Přidávání, odebrání je rychlé a přehledné. Tato funkce je vytvořena ze třídy "davkovani" (umístění: class/davkovani.php) a instancemi rozšířena pro další dny v týdnu. Celá třída není převzata, ale je vytvořena od nuly.

6. Testování zabezpečovacího systému

TEST 1: Otevření / Uzavření dveří (hlídání vypnuto)

Připevněný modul:



Webová aplikace:



Poznámka:

Bylo otestováno otevření a uzavření dveří při režimu bez hlídání. Webová indikace události proběhla v pořádku.

TEST 2: Odstranění zařízení (hlídání vypnuto, ochrana zařízení vypnuta)

Webová aplikace:

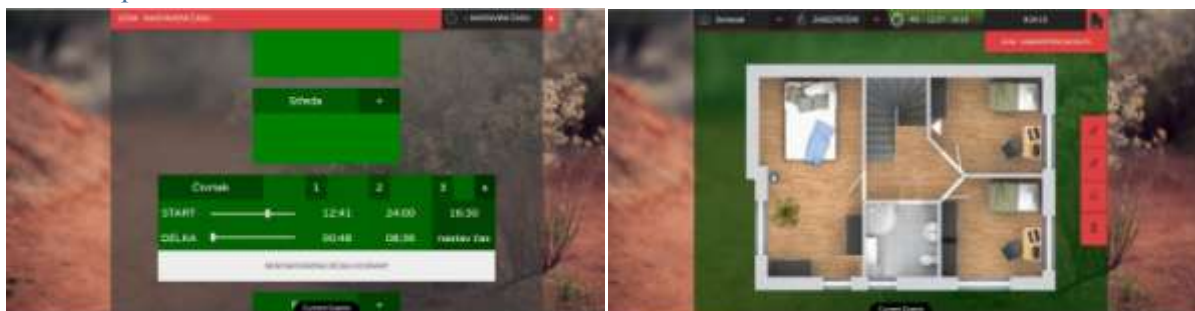


Poznámka:

Po odstranění zařízení detekce dveří byla vyvolána indikace o bezpečném odstranění zařízení. Pokud by bylo hlídání zapnuto, nebo ochrana zařízení zapnuta, vyvolalo by se nebezpečné odebrání zařízení a následovala by změna režimu na alarm.

TEST 3: Nastavení hlídání

Webová aplikace:



Terminál:



Poznámka:

Po nastavení hlídání (časování) jsem čekal, až nastane nastavený časový interval a řídicí jednotka rozhodne o spuštění hlídání. Webová aplikace se přepne do režimu hlídání. Terminál se po obdržení synchronizačního paketu nastavil do stavu, který odpovídá aktuální situaci v systému. Na display se zobrazily informace o probíhajícím hlídání.

TEST 4: Vyvolání režimu alarm 60s. interval

- Podmínky spuštění: hlídání zapnuto, otevřeny dveře

Webová aplikace:



Poznámka:

Pokud je systém v režimu hlídání a dveře se otevřou, vyvolá se režim 60s., kdy je nutné provést identifikaci heslem buď z terminálu, nebo z webové aplikace.

TEST 5: Potvrzení heslem z terminálu

Webová aplikace:



Terminál:



Poznámka:

Čas na zadání hesla se počítá od otevření dveří. Po zadání hesla se provede kontrola v řídicí jednotce, pokud je správné, nastaví se režim na normal, také webová aplikace pozastaví odpočet a přepne se do režimu normal (přístup potvrzen z terminálu). Pokud je nesprávné odpočet se nezastavuje.

TEST 6: Vyzvolání alarmu

- Podmínky spuštění: odstranění zařízení, vstup do objektu (po 60 sekundách)

Webová aplikace:



Terminál:



Bzučák:



Poznámka:

V případě střežení objektu bylo odebráno zařízení. Vyzvolán okamžitý poplach. V druhém případě byly otevřeny dveře a v 60 sekundovém intervalu nebylo zadáno potvrzovací heslo. Model bzučáku se aktivoval a spustil sirénu.

7. Závěr

V diplomové práci jsem se seznámil s problematikou zabezpečovacích systémů a návrhem zařízení pro rozsáhlý systém. Pracoval jsem v programech Eagle 6.5.0, Photofiltre, Arduino IDE, IQRF IDE, WinSCP, Putty. Naučil jsem se pracovat s IQRF technologií, linuxem. Při návrhu desek plošných spojů jsem vycházel z rozměrů krabiček, které jsou momentálně k prodeji na trhu. I proto jsem přizpůsobil velikosti tak, aby se do krabičky umístily všechny potřebné komponenty. Postup celého procesu návrhu systému byl následující. Zprovoznění IQRF komunikace a obsluhy mezi Raspberry PI (koordinátorem) a nodem. Komunikace mezi Atmega 328p a nodem. Komunikace mezi spiiqrf_example_writeread.c a shmreade.py pomocí sdílené paměti a semaforů. Zprovoznění webového serveru s databází MySQL v linuxu. Vytvoření webové aplikace a řídicího algoritmu.

V úvodu jsem si určil vlastnosti, které by měl navržený systém dosahovat. Komunikace mezi IQRF a Raspberry PI je relativně spolehlivá, může se ovšem stát, že když je špatný signál (vlivem vzdálenosti, rušení), tak řídicí jednotka nepřijme zprávu. Snažil jsem se tuto vlastnost odladit několikanásobným dotazováním na řídicí jednotku a indikací špatného signálu na modulech. Využil jsem nové technologie pro bezdrátový přenos dat (IQRF) a nízko příkonový display (EA DOG128) s minimální spotřebou. Řídicí jednotka běží na linuxu (Raspberry PI). Spotřeba u modelu detekce dveří je v režimu spánku pouhých 61 μ A. Terminál má spotřebu v režimu spánku bez podsvícení 9.4 mA. a bzučák s LP módem má spotřebu 1.1 mA. Zvolená platforma RaspberryPI, Atmega328p a IQRF je ideální volba pro cenově nenáročný bezdrátový zabezpečovací systém. Vysílání a přijímání zpráv je realizováno na základě událostí, které v systému nastanou.

Vytvořil jsem celkem 9 programů.

- 4x programy pro IQRF moduly (.C) - Terminál, bzučák, detekce vstupu, koordinátor.
- 2x programy pro Atmega328p (.ino) - MASTER_ARDUINO a SLAVE_ARDUINO
- 2x řídicí programy pro Raspberry PI (.C a .py) - spiiqrf_example_writeread a shmreader
- 1x vizualizační webovou aplikaci (PHP) - index

Vytvořil jsem celkem 3 zařízení.

- 4x Modul detekce vstupu
- 3x Modul terminálu
- 3x Modul bzučáku

Webová aplikace a řídicí procesy jsou provázány s databází, takže rozšiřitelnost o další moduly je programově zabezpečena. Systém je rozsáhlý, proto odladění všech testovaných funkcí zabralo mnoho času.

Literatura

- [1] *LISTINA ZÁKLADNÍCH PRÁV A SVOBOD: Základní lidská práva a svobody.* In: 162/1998. Praha: Předsednictvo České národní rady, 1992, čl.10, čl.11. Dostupné také z: <http://www.psp.cz/docs/laws/listina.html>
- [2] 141/1961 §76. *Zákon o trestním řízení soudním (trestní řád): Zadržení.* Národní shromáždění Československé socialistické republiky, 1961, (10,11). Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1961-141>
- [3] *PŘEDMĚTOVÁ OCHRANA* [online]. Trade FIDES, a.s, 2017, (10,11) [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <https://www.fides.cz/technologicke-prostredky/pred-ochrana.html>
- [4] MICHALEC, Libor. *PIR detektor: skvělý sluha, ale zlý pán* [online]. vyvoj.hw, 2013, (10,11) [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/automatizace/pir-cidlo-skvely-sluha-ale-zlypan.html>
- [5] KUBÁNKOVÁ, Jana. *Zabezpečení objektu firmy BRANO prostředky technické ochrany.* Ostrava, 2010. Dostupné také z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/79365/KUB519_FBI_B3908_3908R005_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=n
- [6] SULC, Vladimír. *Malé, chytré, české... Bezdrátová platforma IQRF.* Vyvoj.hw. 2010. Dostupné také z: <http://vyvoj.hw.cz/rf/male-chytre-ceske-bezdratova-platforma-iqrf.html>
- [7] MICRORISC.s.r.o. *IQRF, Technology, IQMESH, DPA, SDK.* Dostupné také z: <http://www.iqrf.org/technology>
- [8] MICRORISC.s.r.o. *(DC)TR-52D Transceiver Module, datasheet.* Dostupné také z: <http://www.iqrf.org/support/download&kat=37&ids=21>

Seznam příloh

| | |
|--|------|
| PŘÍLOHA I. - INSTALACE A KONFIGURACE | I |
| PŘÍLOHA II. - ELEKTRONIKA DETEKCE DVEŘÍ A SEZNAM SOUČÁSTEK | III |
| PŘÍLOHA III. - ELEKTRONIKA BZUČÁK A SEZNAM SOUČÁSTEK | V |
| PŘÍLOHA IV. - ELEKTRONIKA TERMINÁL A SEZNAM SOUČÁSTEK | VII |
| PŘÍLOHA V. - OPERAČNÍ SYSTÉM A VZDÁLENÁ SPRÁVA | X |
| PŘÍLOHA VI. - WEBOVÝ SERVER, KOMPILÁTOR A MYSQL..... | XI |
| PŘÍLOHA VII. - VYTVOŘENÉ MODULY | XII |
| PŘÍLOHA VIII. - OBSAH CD | XIII |

Příloha I. - instalace a konfigurace

Připojení modulů do sítě:

Postup

- 1) nahrát do všech zařízení stejné verze IQRF OS.
- 2) Do koordinátoru a node nahrát HWP (Hardwarový profil) - GeneralHWP-STD-SPI
- 3) Do koordinátoru a node nahrát konfiguraci (config.xml) - nastavení parametrů
- 4) Do koordinátoru se nahraje CustomDPAhandler.c - nastavení parametrů

Nyní můžeme připojit jednotlivé node do sítě.

a) *Odpojení (unbonding)*, (pouze v případě, když moduly již byly někdy připojeny k síti)

1. zmačknout tlačítko SW1 poprvé a pustit.
2. zmačknout tlačítko SW1 podruhé a držet.
3. zmačknout tlačítko SW2 poprvé a pustit.
4. tlačítko SW1 se pusť až v okamžiku, kdy zelená LED dioda přestane blikat.
5. proběhne-li vše v pořádku, začne blikat červená LED 10s.

b) *Připojení (bonding)*

1. připojíme koordinátor na programátor (CK-EVAL)
2. V SW IDE otevřeme IQMESH NETWORK MANAGER/CONTROL
3. Zapneme NODY (NODY musí mít v sobě již nahrán příslušný Plug-in)
4. provedeme Bond NODE, hledání modulů v okolí, potvrdíme SW1 tlačítkem daného node.

c) *Objevení Nodu v okolí*

Záložka Control - discovery



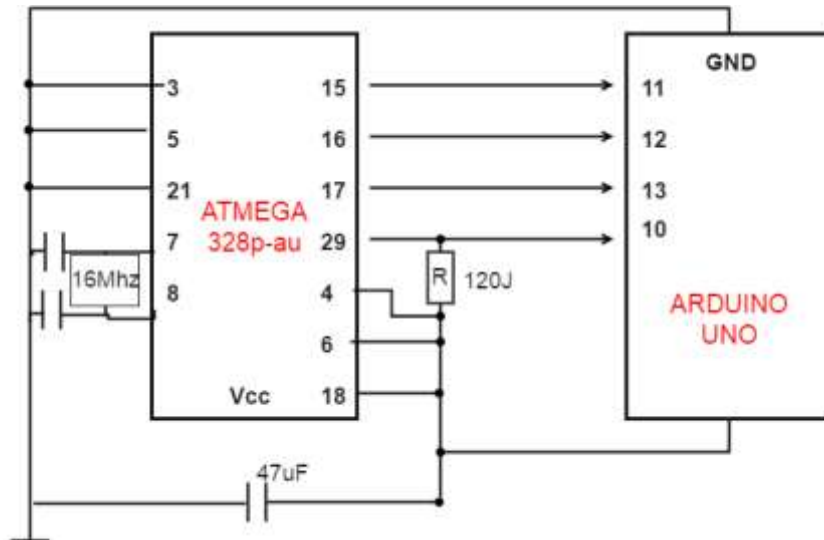
Obrázek 45 Vytvořená síť

Arduino bootloader

Pro vypálení Arduino bootloaderu je nutné provést tyto instrukce:

- Provést zapojení fyzické vrstvy, dle přílohy III.
- Nastavení v Arduino IDE programátor na *Arduino as ISP*
- Nahrát do Arduino Uno (sketch ArduinoISP version 04m3)
- Pokud chceme vypálit bootloader do Atmega328p, tak není nutno měnit konfiguraci.
- Pokud chceme vypálit bootloader do Atmega328, tak je nutno před vypálením změnit konfiguraci v `hardware\tools\avr\etc`

V souboru `avrdude.conf` najdeme `0x1e 0x95 0x0f` a nahradíme `0x1e 0x95 0x14`. (ATmega328 signature)



Obrázek 46 Schéma zapojení - bootloader

Arduino upload sketch

Pro nahrávání programu do μC používám sériovou linku (převodník USB - UART)

- provést zapojení fyzické vrstvy
- Jedná se o starší převodník, proto je nutné při nahrávání držet resetovací tlačítko.

Fyzická vrstva, programátor - arduino:

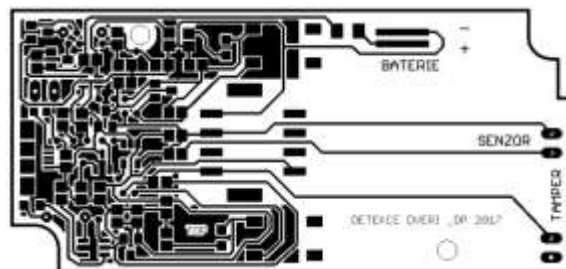
RX0 - TX0 TX0 - RX0 GND - GND VCC - 5V

Příloha II. - Elektronika detekce dveří a seznam součástek

Plošný spoj v měřítku 1:1

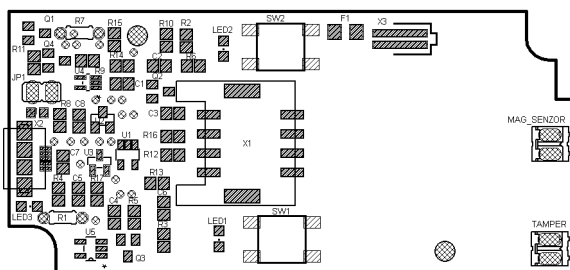


Obr. 1) Spodní strana



Obr. 2) Vrchní strana

Osazení součástek



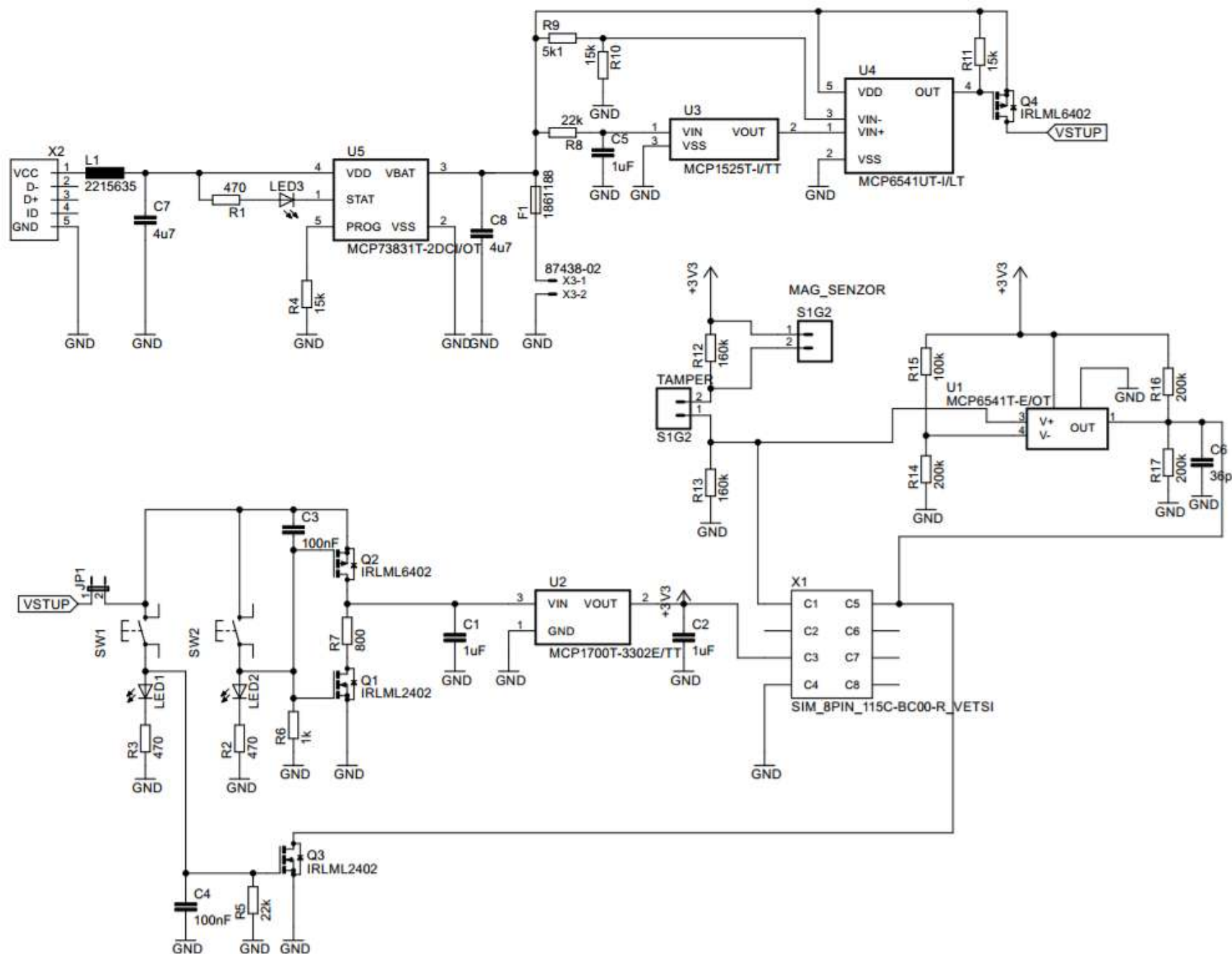
Obr. 3) Osazení virtuální



Obr. 4) Osazení reálné

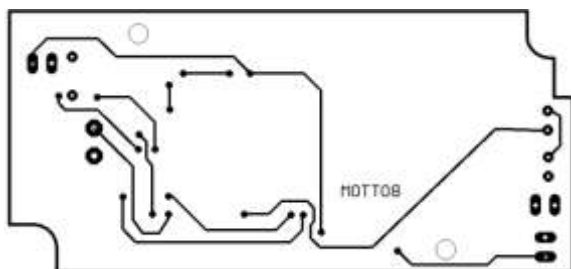
Seznam součástek

| | | | | | |
|------------|----------------------------|----------|-----|-------------------|----------|
| C1 | 1uF | řada 805 | R1 | 470 | řada 805 |
| C2 | 1uF | | R2 | 470 | |
| C3 | 100nF | | R3 | 470 | |
| C4 | 100nF | | R4 | 15k | |
| C5 | 1uF | | R5 | 22k | |
| C6 | 36p | | R6 | 1k | |
| C7 | 4u7 | | R7 | 800 | |
| C8 | 4u7 | | R8 | 22k | |
| F1 | FUSE1206 | | R9 | 5k1 | |
| JP1 | jumper | | R10 | 15k | |
| L1 | cívka | L-EU-603 | R11 | 15k | |
| LED1 | CHIPLED_0805 | | R12 | 160k | |
| LED2 | CHIPLED_0805 | | R13 | 160k | |
| LED3 | CHIPLED_0805 | | R14 | 200k | |
| MAG_SENZOR | Svorkovnice S1G2 | | R15 | 100k | |
| TAMPER | Svorkovnice S1G2 | | R16 | 200k | |
| Q1 | IRLML2402 | | R17 | 200k | |
| Q2 | IRLML6402 | | SW1 | TS_STRT-SMD | |
| Q3 | IRLML2402 | | SW2 | TS_STRT-SMD | |
| Q4 | IRLML6402 | | U1 | MCP6541T-E/OT | |
| X1 | SIM_8PIN_115C-BC00-R_VETSI | | U2 | MCP1700T-3302E/TT | |
| X2 | USB-MICRO | | U3 | MCP1525T-I/TT | |
| X3 | Baterie konektor 87438-02 | | U4 | MCP6541UT-I/LT | |
| | | | U5 | MCP73831T-2DCI/OT | |

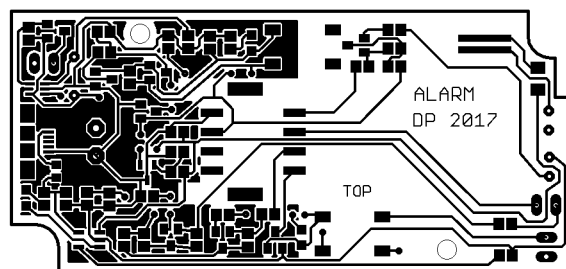


Příloha III. - Elektronika bzučák a seznam součástek

Plošný spoj v měřítku 1:1

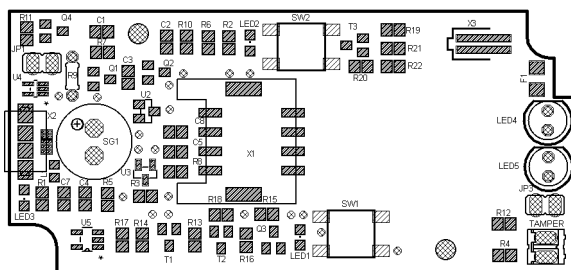


Obr.1) Spodní strana



Obr.2) Vrchní strana

Osazení součástek



Obr.3) Osazení virtuální

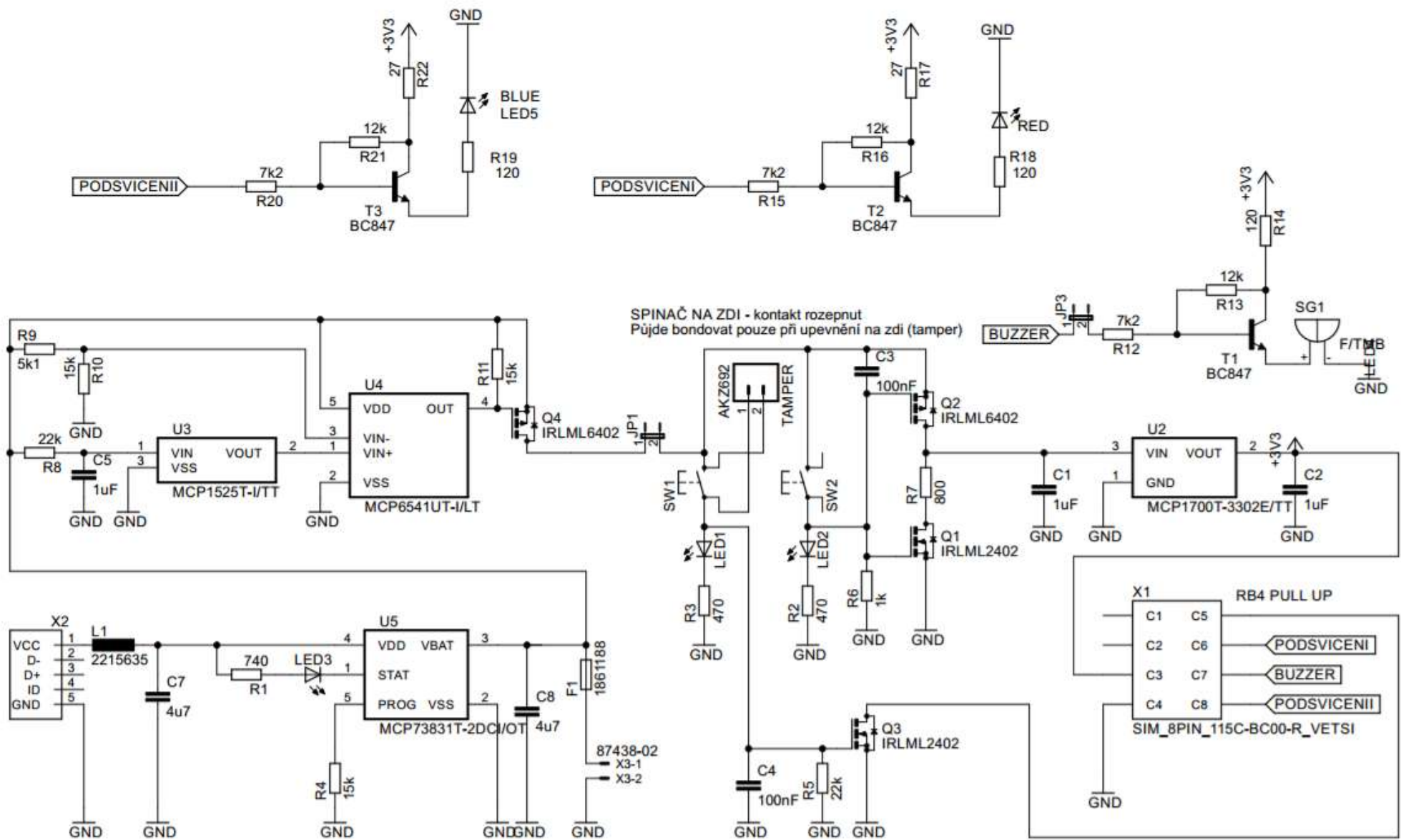


Obr.4) Osazení reálné

Seznam součástek

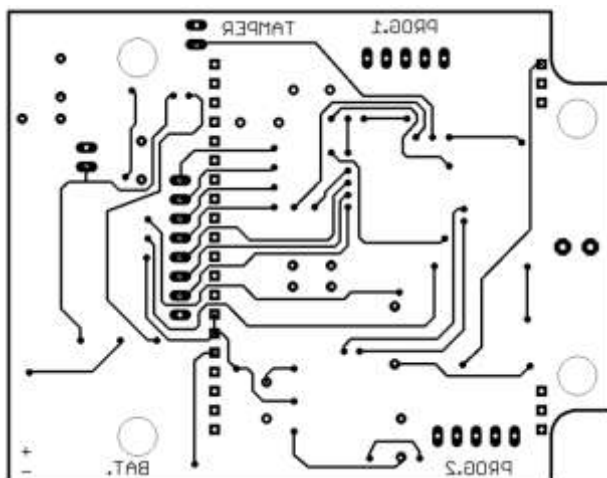
| | | |
|------|---------------------------|----------|
| C1 | 1uF | řada 805 |
| C2 | 1uF | |
| C3 | 100nF | |
| C4 | 100nF | |
| C5 | 1uF | |
| C7 | 4u7 | |
| C8 | 4u7 | |
| F1 | FUSE1206 - 1861188 | |
| JP1 | Jumper 2x | |
| JP3 | Jumper 2x | |
| L1 | Cívka - 2215635, L-EU-603 | |
| LED1 | LEDCHIPLED_0805 | |
| LED2 | LEDCHIPLED_0805 | |
| LED3 | LEDCHIPLED_0805 | |
| LED4 | RED LED | |
| LED5 | BLUE LED | |
| Q1 | IRLML2402 | |
| Q2 | IRLML6402 | |
| Q3 | IRLML2402 | |
| Q4 | IRLML6402 | |
| R1 | 740 | řada 805 |
| R2 | 470 | |
| R3 | 470 | |
| R4 | 15k | |

| | | | |
|--------|--------------------------------------|-----|-----|
| R5 | 22k | R6 | 1k |
| R7 | 800 | R8 | 22k |
| R9 | 5k1 | R10 | 15k |
| R11 | 15k | R12 | 7k2 |
| R13 | 12k | R14 | 120 |
| R15 | 7k2 | R16 | 12k |
| R17 | 27 | R18 | 120 |
| R19 | 120 | R20 | 7k2 |
| R21 | 12k | R22 | 27 |
| SG1 | Buzzer F/TMB | | |
| SW1 | TS_STRT-SMD | | |
| SW2 | TS_STRT-SMD | | |
| T1 | BC847 | | |
| T2 | BC847 | | |
| T3 | BC847 | | |
| TAMPER | Svorkovnice AKZ692 | | |
| U2 | MCP1700T-3302E/TT | | |
| U3 | MCP1525T-I/TT | | |
| U4 | MCP6541UT-I/LT | | |
| U5 | MCP73831T-2DCI/OT | | |
| X1 | SIM_8PIN_115C-BC00-R_VETSI | | |
| X2 | USB-MICRO | | |
| X3 | Baterie konektor 87438-02, con-molex | | |

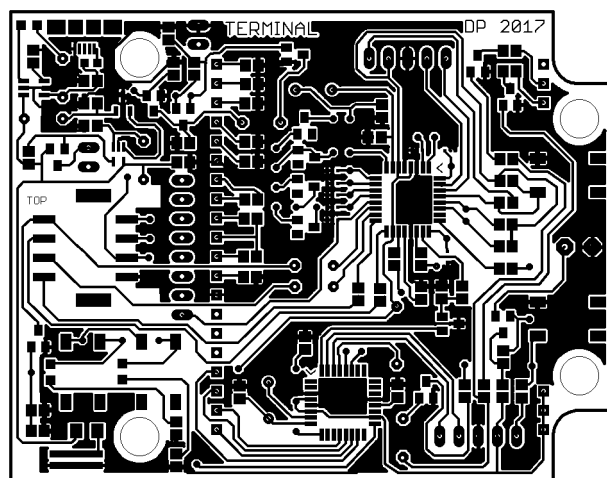


Příloha IV. - Elektronika terminál a seznam součástek

Plošný spoj v měřítku 1:1

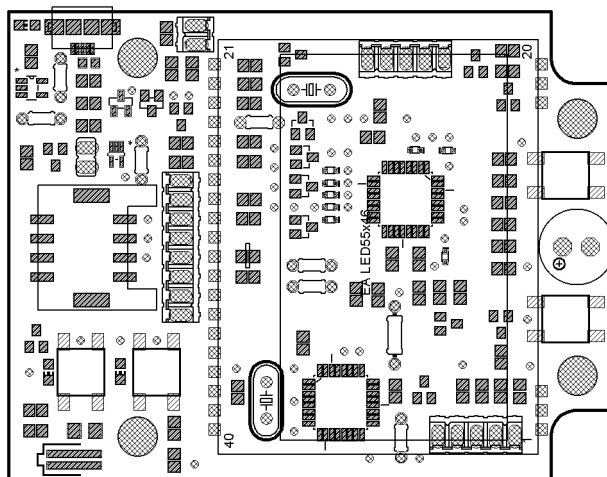


Obr.1) Spodní strana



Obr.2) Vrchní strana

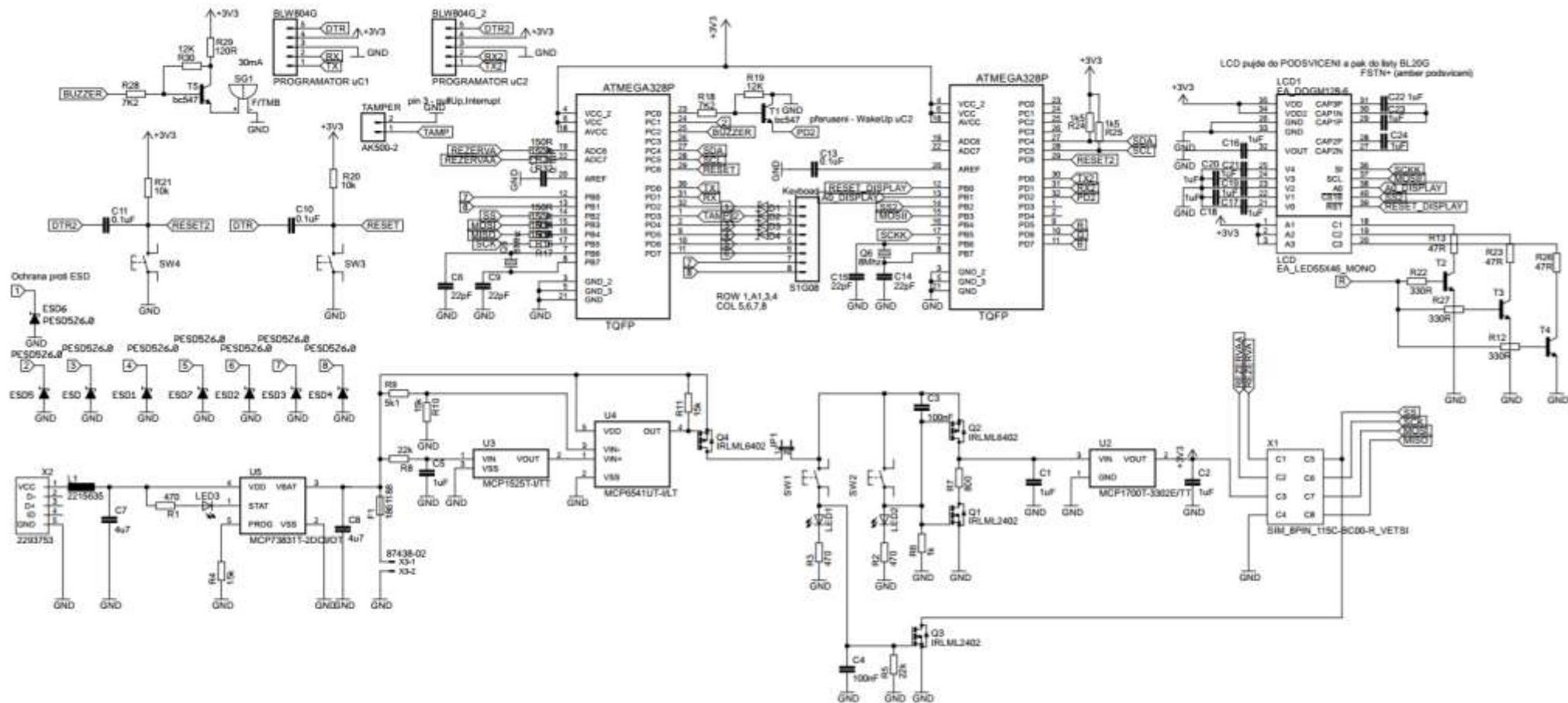
Osazení součástek



Obr.3) Osazení virtuální



Obr.4) Osazení reálné

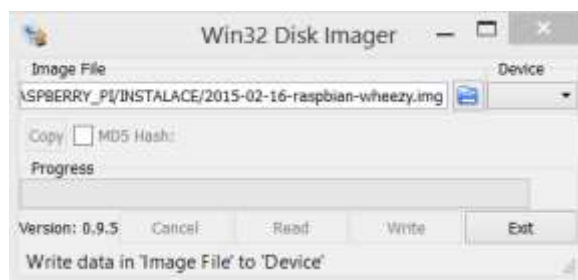


Seznam součástek

| | | | |
|-----------|----------------------------|--------|----------------------------|
| BLW804G | Svorkovnice, PROGRAMATOR 1 | R1 | 470 |
| BLW804G_2 | Svorkovnice, PROGRAMATOR 2 | R2 | 470 |
| C1 | 1uF | R3 | 470 |
| C2 | 1uF | R4 | 15k |
| C3 | 100nF | R5 | 22k |
| C4 | 100nF | R6 | 1k |
| C5 | 1uF | R7 | 800 |
| C6 | 22pF | R8 | 22k |
| C7 | 4u7 | R9 | 5k1 |
| C8 | 4u7 | R10 | 15k |
| C9 | 22pF | R11 | 15k |
| C10 | 0.1uF | R12 | 330R |
| C11 | 0.1uF | R13 | 47R |
| C12 | 0.1uF | R14 | 150R |
| C13 | 0.1uF | R15 | 150R |
| C14 | 22pF | R16 | 150R |
| C15 | 22pF | R17 | 150R |
| C16 | 1uF | R18 | 7K2 |
| C17 | 1uF | R19 | 12K |
| C18 | 1uF | R20 | 10k |
| C19 | 1uF | R21 | 10k |
| C20 | 1uF | R22 | 330R |
| C21 | 1uF | R23 | 47R |
| C22 | 1uF | R24 | 1k5 |
| C23 | 1uF | R25 | 1k5 |
| C24 | 1uF | R26 | 47R |
| D1 | 9526480 BAT54 | R27 | 330R |
| D2 | 9526480 BAT54, SOT23 | R28 | 7K2 |
| D3 | 9526480 BAT54, SOT23 | R29 | 120R |
| D4 | 9526480 BAT54, SOT23 | R30 | 12K |
| ESD | PESD5Z6. | R31 | 150R |
| ESD1 | PESD5Z6.0 | R32 | 150R |
| ESD2 | PESD5Z6. | S1G08 | Svorkovnice 8x keyboard |
| ESD3 | PESD5Z6. | SG1 | Buzzer F/TMB |
| ESD4 | PESD5Z6. | SW1 | TS_STRT-SMD |
| ESD5 | PESD5Z6. | SW2 | TS_STRT-SMD |
| ESD6 | PESD5Z6. | SW3 | TS_STRT-SMD |
| ESD7 | PESD5Z6. | SW4 | TS_STRT-SMD |
| F1 | 1861188 FUSE1206 | T1 | bc547 |
| JP1 | Jumper | T2 | bc547 BC847-NPN-SOT23-BEC |
| L1 | 2215635 Cívka, L-EU-603 | T3 | bc547 BC847-NPN-SOT23-BEC |
| LCD | EA_LED55X46_MONO | T4 | bc547 BC847-NPN-SOT23-BEC |
| LCD1 | EA_DOGM128-6 | T5 | bc547 BC847-NPN-SOT23-BEC |
| LED1 | LEDCHIP-LED0805 | TAMPER | Svorkovnice AK500-2 |
| LED2 | LEDCHIP-LED0805 | U1 | ATMEGA328P-AU |
| LED3 | LEDCHIP-LED0805 | U2 | MCP1700T-3302E/TT |
| Q1 | IRLML2402 | U3 | MCP1525T-I/TT |
| Q2 | IRLML6402 | U4 | MCP6541UT-I/LT |
| Q3 | IRLML2402 | U5 | MCP73831T-2DCI/OT |
| Q4 | IRLML6402 | U6 | ATMEGA328P-AU |
| Q5 | 8Mhz CRYSTALHC49S, HC49/S | X1 | SIM_8PIN_115C-BC00-R_VETSI |
| Q6 | 8Mhz CRYSTALHC49S HC49/S | X2 | 2293753, USB-MICRO |
| | | X3 | 87438-02 baterie konektor |

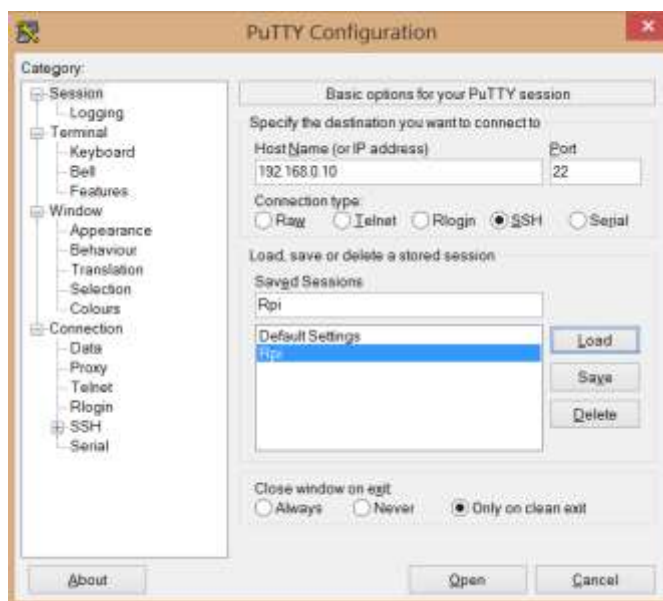
Příloha V. - Operační systém a vzdálená správa

Pro vytvoření operačního systému využívám nejjednodušší způsob a to zapsání obrazu na SD kartu. Využívám k tomu program Win32DiskImager a linux (2015-02-16-raspbian-wheezy). Minimální použitelná velikost SD karty je 4GB.



V případě nastavení vzdálené správy je důležité zjistit aktuální IP adresu RaspberryPI. Pokud je v modemu nastavené dynamické přidělování adres, tak se tato adresa bude časem měnit. Případně se dá nastavit pevná IP adresa v cmdline.txt (v Raspberry PI). Povolení SSH je k nalezení v příkazu:

```
sudo raspi-config
```



Příloha VI. - Webový server, kompilátor a MySQL

Webový server a kompilátor

Příkazy:

Instalace kompilátoru

```
sudo apt-get install gcc
```

Nástroj pro instalaci .pip souborů

```
sudo apt-get install python-pip
```

Instalace webového serveru

```
sudo pip install tornado
```

Python konektor pro databázi

Rozbalení balíčku

```
tar xzf mysql-connector-python-VER.tar.gz
```

Instalace konektoru

```
sudo python setup.py install
```

Databáze MySQL

- MySQL-Server
- MySQL-Client
- PHPMYAdmin

MySQL-Server, aktuální server DB.

MySQL-Client, rozhraní klient server.

PHPMYAdmin, komunikace se serverem přímo z webové stránky.

Příkazy:

Instalace

```
sudo apt-get install mysql-server mysql-client phpmyadmin
```

Během instalace budete vyzváni k potvrzení informací: heslo k databázi a výběr serveru.

restart

```
sudo /etc/init.d/lighttpd restart
```

V případě, že server nepůjde, použijte novou konfiguraci databáze

```
sudo ln -s /usr/share/phpmyadmin/ /var/www/phpmyadmin
```

```
sudo mysql_secure_installation
```

```
sudo dpkg-reconfigure phpmyadmin
```

Příloha VII. - Vytvořené moduly



Příloha VIII. - Obsah CD

- Diplomová práce ve formátu .pdf
- Vytvořené plošné spoje v programu Eagle. (terminál, bzučák, detekce vstupu)
- Programy
- Vizualizační soubory
- Videá celého systému v provozu.